

This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Dette er en digital utgave av en bok som i generasjoner har vært oppbevart i bibliotekshyller før den omhyggelig ble skannet av Google som del av et prosjekt for å gjøre verdens bøker tilgjengelige på nettet.

Den har levd så lenge at opphavretten er utløpt, og boken kan legges ut på offentlig domene. En offentlig domene-bok er en bok som aldri har vært underlagt opphavsrett eller hvis juridiske opphavrettigheter har utløpt. Det kan variere fra land til land om en bok finnes på det offentlige domenet. Offentlig domene-bøker er vår port til fortiden, med et vell av historie, kultur og kunnskap som ofte er vanskelig å finne fram til.

Merker, notater og andre anmerkninger i margen som finnes i det originale eksemplaret, vises også i denne filen - en påminnelse om bokens lange ferd fra utgiver til bibiliotek, og til den ender hos deg.

Retningslinjer for bruk

Google er stolt over å kunne digitalisere offentlig domene-materiale sammen med biblioteker, og gjøre det bredt tilgjengelig. Offentlig domene-bøker tilhører offentligheten, og vi er simpelthen deres "oppsynsmenn". Dette arbeidet er imidlertid kostbart, så for å kunne opprettholde denne tjenesten, har vi tatt noen forholdsregler for å hindre misbruk av kommersielle aktører, inkludert innføring av tekniske restriksjoner på automatiske søk.

Vi ber deg også om følgende:

- Bruk bare filene til ikke-kommersielle formål
  Google Book Search er designet for bruk av enkeltpersoner, og vi ber deg om å bruke disse filene til personlige, ikke-kommersielle formål.

- Ikke bruk automatiske søk
  Ikke send automatiske søk av noe slag til Googles system. Ta kontakt med oss hvis du driver forskning innen maskinoversettelse, optisk tegngjenkjenning eller andre områder der tilgang til store mengder tekst kan være nyttig. Vi er positive til bruk av offentlig domene-materiale til slike formål, og kan være til hjelp.

- Behold henvisning
  Google-"vannmerket" som du finner i hver fil, er viktig for å informere brukere om dette prosjektet og hjelpe dem med å finne også annet materiale via Google Book Search. Vennligst ikke fjern.

- Hold deg innenfor loven
  Uansett hvordan du bruker materialet, husk at du er ansvarlig for at du opptrer innenfor loven. Du kan ikke trekke den slutningen at vår vurdering av en bok som tilhørende det offentlige domene for brukere i USA, impliserer at boken også er offentlig tilgjengelig for brukere i andre land. Det varierer fra land til land om boken fremdeles er underlagt opphavrett, og vi kan ikke gi veiledning knyttet til om en bestemt anvendelse av en bestemt bok, er tillatt. Trekk derfor ikke den slutningen at en bok som dukker opp på Google Book Search kan brukes på hvilken som helst måte, hvor som helst i verden. Erstatningsansvaret ved brudd på opphavsrettigheter kan bli ganske stort.

Om Google Book Search

Googles mål er å organisere informasjonen i verden og gjøre den universelt tilgjengelig og utnyttbar. Google Book Search hjelper leserne med å oppdage verdens bøker samtidig som vi hjelper forfattere og utgivere med å nå frem til nytt publikum. Du kan søke gjennom hele teksten i denne boken på `http://books.google.com/`



BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

12
25

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

No. 25.

Geologisk kart med beskrivelse

over

Kristiania by

af

K. O. Bjørlykke.

Med „An English Summary of the Contents".

Kristiania.
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1898.

Pris kr. ~~1,00~~.

Norges geologiske undersøgelse. No. 25.

Geologisk kart med beskrivelse

over

Kristiania by

af

K. O. Bjørlykke.

Med „An English Summary of the Contents".

Kristiania.
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1898.

4-19

Thronsen & co.s bogtrykkeri.
1898.

Indhold.

	Pag.
Indledning	1
Grundfjeldet	6
Etage 1 og 2	9
Etage 3	15
Etage 4	24
Silurlagenes foldning og forkastning	35
Kristianias eruptivbergarter	39
Kontaktmetamorfose	59
Erosionens arbeide	61
De løse jordlag	65
Tillæg. Besøg i teglverkerne	78
English Summary	84

Forord.

For 1893—94 opsatte det akademiske kollegium efter forslag af det mathematisk-naturvidenskabelige fakultet følgende prisopgave for hs. kgl. høiheds kronprinsens guldmedalje:

„Der forlanges med benyttelse af forhaandenværende topografisk underlag et geologisk kart over Christiania bys territorium i maalestok mindst $^1/_{12000}$. Aflæg paa et exemplar af kartet de steder, hvor vedkommende bergart, formation og etage er iagttaget, og vis paa et andet exemplar den sandsynlige udbredelse af vedkommende bergart, formation og etage under den bebyggede eller dyrkede del af byens territorium. Ledsag kartet af en beskrivelse."

Opgaven interesserede mig, og skjønt jeg kun havde endel sparsomme fristunder fra min skolegjerning til raadighed, paabegyndte jeg dog udarbeidelsen af et saadant kart. Noget videre af nyt i videnskabelig henseende var just ikke at haabe. De her i byen optrædende siluriske etager, de vigtigste eruptiver og tektoniske forhold var allerede studerede af Kjerulf og i den sidste tid underkastet en grundig behandling af Brøgger. De løse afleiringer var ogsaa tidligere behandlede af Kjerulf og M. Sars. Kartlægningsarbeidet paa grundlag af en større maalestok stod dog tilrest, og under dette vilde der være god anledning at sætte sig nøiere ind i Kristianiaegnens interessante geologiske forholde; dette bidrog ogsaa til at vække min interesse for arbeidet. Under arbeidets gang træffer man som oftest ogsaa selv i den bedst undersøgte egn enkelte ting af interesse. Saa ogsaa her. Mindre i siluren; her har jeg af nyt kun en del for denne egn nye graptolitformer f. ex. en didymograptus og en dicellograptus fra etage 4 a α ved Huk; en glosso-

graptus fra samme etage ved Theresegd. no. 16 ved Bisletsbækken; en del ubestembare graptoliter fra etage 4 b α ved Fillipstad og fra begyndelsen af Drammensveien; en dicranograptus fra etage 4 c α fra hjørnet af Riddervoldsgd. og nuværende Camilla Collets vei etc.

Kristiania gangbergarter vilde derimod have kunnet afgive materiale, der fortjente en mere indgaaende bearbeidelse; men da prof. Brøgger fortiden bearbeider Kristianiaegnens eruptiver, vilde det være liden mening i for en anden at indlade sig paa behandling af de specielle gange, der optræder inden Kristiania by. Jeg har derfor indskrænket mig til en nøiagtig aflægning og udsondring af de forskjellige gangtyper og deres indbyrdes aldersforhold, som det fremgaar af gjennemskjæringsforholdene. Herunder har jeg paavist f. ex. den yngre rhombeporfyr, som jeg gav manuskriptnavnet Natmandhaugit, der er den samme som Brøggers syenitporfyrit fra Rambergø og Græsholmen; den gjennemsætter den almindelige rhombeporfyr paa Tyveholmen og fortsætter herfra som en større gang over Natmandshaugen til vestre Akers kirke.

Lindøiterne, som i Brøggers geologiske kart over øerne ved Kristiania benævntes for mikrosyeniter (typus Skurven), har jeg fundet gjennemsætter rhombeporfyren ved Lille Frogner og er saaledes yngre end denne, og efter den af mig først paatrufne gang ved Tørtberg er disse ganges slægtskab med groruditerne bleven paavist [1]).

De løse jordlag, der i sextiaarene blev ganske grundig undersøgte af Kjerulf og M. Sars, kunde nok have fortjent en revision svarende til de fordringer nutiden med sin øgede kundskab om de glaciale forholde stiller; men hertil er Kristiania bys territorium et altfor indskrænket omraade. Fra et agronomisk standpunkt er de løse jordlag i Kristianiadalen i de sidste aar blevne studeret af landbrugsskolebestyrer O. Sendstad, hvis endnu ikke fuldførte kart jeg har havt anledning at gjennemse og delvis benytte.

Nærværende beskrivelse har jeg valgt at give en saavidt mulig populær form. Der foreligger nemlig en temmelig righoldig videnskabelig literatur over Kristianiaegnens geologi særlig fra Brøggers

[1]) Brøgger: Die Gestein der Grorudit-Tinguait-Serie pag. 136.

haand; den er imidlertid dels spredt i forskjellige tidsskrifter dels udgivet som universitetsprogram, og størstedelen er affattet i det tyske sprog; den er derfor hverken let tilgjængelig eller altid forstaalig for den store almenhed. Man kunde derfor her tale om at „afhjælpe et savn", og jeg valgte derfor den populære fremstilling; men dette har naturligvis paa den anden side bevirket, at en del ting maatte udelades, der kun vilde have havt interesse for fagmændene.

Tilslut er det mig en kjær pligt at udtale min tak til alle dem, der har støttet mit arbeide, specielt det akademiske kollegium, der opstillede opgaven og senere ved stipendier har sat mig istand til at fortsætte mine studier; dernæst Kristiania kommune, der har bevilget mig et mindre stipendium til arbeidets fortsættelse; fremdeles de geologiske professorer *Helland, Vogt* og *Brøgger,* hvoraf særlig den sidste har været min altid beredvillige lærer og veileder; professor *G. O. Sars* for hans velvillige hjælp ved bestemmelse af glaciale og postglaciale fossiler; *last but not least* bestyreren af Norges geologiske undersøgelse, *Dr. H. Reusch,* der baade har traadt støttende til under udarbeidelsen og antaget det til udgivelse ved den geologiske undersøgelse.

Selve kartet er udgivet ved Norges geografiske opmaaling, hvis chef, *oberst W. Haffner,* og *sektionschef Mathiasen* har æren af dets heldige udførelse.

Kristiania i april 1898.

K. O. Bjørlykke.



Havets stilling ved slutten af istiden. Det mørke land, det lyse havbund. (Efter tegning af K. Bergslien.)



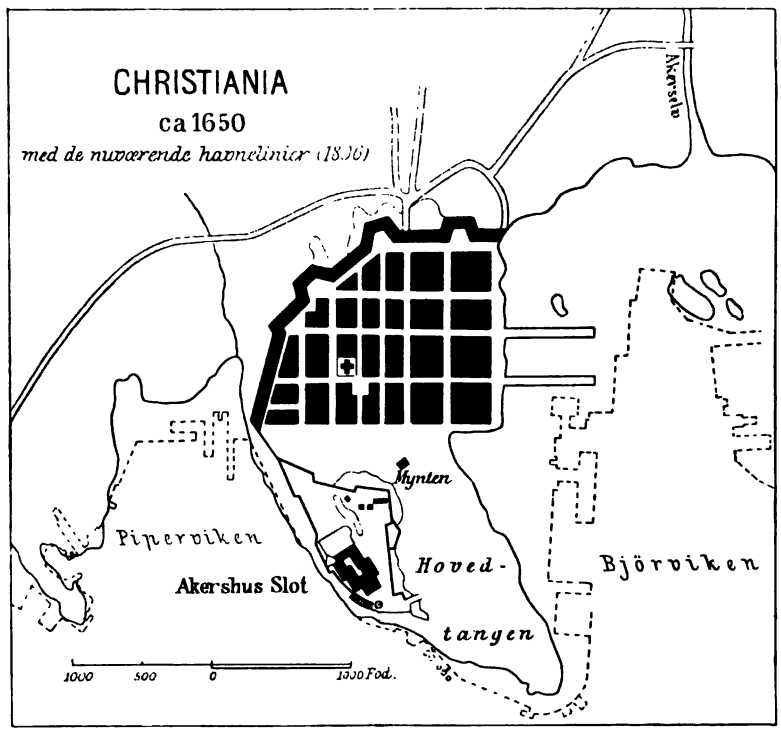
Kristiania seet fra Fredriksborg. (Efter fotografi af forfatteren).
a—a, den gamle havstandslinje.

Kristiania ligger i en vakker, malerisk egn ved bunden af Kristianiafjorden, mod syd omkrandset af en række lave øer, mod de andre sider omgivet af skogklædte høider og aasrygge. Lunt ligger den i bunden af dalen med vexlende omgivelser og med vexlende udseende inden sine egne grænser.

Mod øst Oslo, Gamlebyen, anlagt i midten af det 11te aarhundrede af Harald Haardraade, fører nu kun faa minder fra sin blomstringsperiode i det 13de til begyndelsen af det 17de aarhundrede. Mellem Loelven og Akerselven reiser sig nu aar efter andet moderne kvartaler paa de gamle tomter, medens østsiden af Loelven, Ekebergskraaningen opover, endnu ligger mere uberørt af moderne tendenser med tildels ældre træhytter og smale, krogede gadesmug. Den høiereliggende del af dette parti har dog igrunden en meget naturskjøn beliggenhed; fra bygrænsens bugtning langs Ekebergs rand har man en henrivende udsigt over byen og Kristianiadalen, øerne udenfor og høiderne rundtomkring i baggrunden. Denne vakre del af byen synes nu glemt og rømmet. Det moderne Kristiania har efter folkevandringsinstinktets love

vendt sig mod vest langs fjorden og det svagt kuperede terræn i vestre Aker.

Det gamle Kristiania, det afbrændte Oslo's efterfølger, anlagdes i 1624 af Kristian IV paa vestsiden af Akerselven op imod fæstningen Akershus's mure; det udgjør nu den sydlige del af forretningsstrøget i byens centrum, nemlig partiet paa landtungen mellem Bjørviken og Piperviken til Karl Johans gd. Dette var



den egentlige by i det 17de og 18de aarhundrede; sammen med en del uregelmæssigt bebyggede forsteder som Piperviken, Vaterland, Fjerdingen og en del af Sagene traadte den ind i det 19de aarhundrede med et samlet indbyggerantal af omkring 12 000. Nu derimod har byen efter folketællingen i 1897 et indbyggerantal af over 200 000.

Det er særlig i de sidste aartier, at byens vekst har taget rigtig fart. — Nordover langs Akerselven har fabrikerne med sin

arbeiderbefolkning erobret sig terræn endog langt udenfor bygrænsen. Grünerløkkens leiegaarde har skudt frem som paddehatte, og i de vestre bydele er flotte villakvarterer og moderne gadeanlæg tryllet frem i en forbausende kort tid. Rigtignok ser byen paa mange steder lidt ufærdig og uregelmæssig ud. Den dækker jo ogsaa et fladerum af 1629 hektar; det er derfor ikke at vente, at man paa ethvert punkt kan tilfredsstille de stigende fordringer; men vi ser dog daglig for vore øine, hvorledes fjeldknauser udjevnes og fordybninger fyldes, gamle gader omlægges og nye dukker frem. Vi ser moderne kvartaler reise sig paa de gamle rønners ruiner og blomstrende parker paa nøgne fjeldhauge.

Den nøgne fjeldknaus, hvor baalene blussede og ungdommen dansede St. Hansnatten, er nu omdannet til et udmerket udsigtsted og frodigt parkanlæg, som enhver hovedstad vilde være stolt af at eie. Et andet nøgent berg, hvor i fordums dage natmanden drev sit uhyggelige hverv, dækkes nu om dagen paa en lignende vis. Og ser vi hen til de fattigere strøg mod øst, møder vi i en omgivelse, der tidligere især var bekjendt for sine betlere, Kampens parkanlæg med sin prægtige udsigt over fjorden og Kristianiadalen. Om ikke ret længe vil ogsaa Ekebergskraaningen gjennemskjæres af banede veie og fjeldet dækkes af en frodig plantevekst; tilslut vil da ogsaa dette parti, der fra de ældste tider har været lovprist af alle tilreisende for sin prægtige udsigt over byen, komme til sin ret.

Men medens alle glæder sig over byens vekst og forskjønnelse, ser geologen med ængsteligt blik paa denne mani at jevne og dække den faste grund; mange af sine vakreste profiler ser han bortrevet og ødelagt; mange af de bedste fossilfindesteder ser han dækket af murbygninger og parkanlæg.

Det gjælder da at redde, hvad reddes kan, at undersøge de punkter, der endnu er tilgjængelige, for derved at danne sig en forestilling om byens undergrund, førend det hele ganske jevnes og dækkes af storstadens gader og bygningskvartaler.

Menneskene er jo paa en viss maade som planter, knyttede til det sted, hvor de lever, til den jordbund, hvorpaa de træder, og de omgivelser, hvori de færdes.

Det kan derfor neppe feile, at disse 16 km.^{2} af vort land, der huser sine 200 000 indbyggere, maa have en ganske speciel interesse. Som man gjerne vil kjende det hus, hvori man bor, saa ønsker man ogsaa at kjende den grund, hvorpaa huset er bygget, og den natur, hvori man lever. Man ønsker dette, dels af blot og bar videbegjærlighed og kundskabstrang, dels ogsaa for den indsigt, kundskaben gir til at indrette sig paa rette maade efter sine omgivelser, altsaa af praktiske grunde; gjerne falder disse to bevæggrunde sammen; theori og praxis gaar haand i haand.

Som et af de resultater, læren om undergrundens beskaffenhed kan gi, kan exempelvis nævnes bedømmelsen af stedets forhold i sanitær henseende. Kristiania er neppe bekjendt som en i særlig grad sund by. Dertil bidrager for en stor del dens beliggenhed i bunden af et dalføre, hvor luftvekslingen er mindre livlig, og hvor taagedannelse paa visse tider af aaret hører til dagens orden; dertil kommer kloakernes udmunding i en stille fjordarm, hvor vandet paa grund af sin stillestaaen eller langsomme vexling blir forurenset i en grad, der neppe er forenlig med sundhedens fordringer. Men undergrundens beskaffenhed turde dog ogsaa spille en ikke ubetydelig rolle. De i sanitær henseende heldigste dele af byen maa være de, hvor undergrunden bestaar af grus, sand eller stærkt sandblandet ler; dernæst kommer de, hvor bebyggelsen kan ske paa det faste fjeld, og endelig som de uheldigst stillede maa de steder ansees, hvor undergrunden dannes af den seige, tætte blaalere, der hindrer passagen for det urene overfladevand og danner søle og sumpe. Sand og sandholdig ler træffer man i de nordre og nordøstre bydele ved Sagene og et stykke sydover Grünerløkken; fast fjeld stikker særlig frem paa de steder, hvor man havde den første forstadsbebyggelse som Ekebergskraaningen, Kampen, Enerhaugen, Rodeløkken, Hammersborg etc., og ligesaa er fast fjeld ganske almindelig i de vestre bydele. I de mere centrale dele af byen er derimod lerterrænet fremherskende; her laa i gamle dage en hel del urene damme, der sikkert ikke bidrog til sundhedsforholdenes fremme.

Ogsaa i ren praktisk retning for forskjellige anlæg, reguleringer og byggeforetagender etc. turde en udredning af de geologiske forhold ved byens undergrund være af betydning. Rigtignok har hverken undersøgelsen eller den valgte maalestok af kartet tilladt en saa fuldstændig detaljering, som der kunde ønskes, men som det første forsøg og som en oversigt har det dog adskillig interesse baade for de videnskabelig interesserede og for den praktiske bedrifts mænd.

Kristianiaegnen har helt fra geologiens barndom været anseet som et i særlig grad interessant sted paa grund af sin vexlende karakter og de mange paa dette sted sammenstødende lagrækker og eruptiver, de mange illustrationer til belysning om jordskorpens senere forandringer, istidsfænomener og kvartære dannelser. Alt ligger her udbredt for vort øie som paa intet andet sted i vort land og selv med faa sidestykker fra andre egne af jorden. Det er derfor med fuld føie — især naar talen er om det sydlige Norge — at Kjerulf udtaler, at »die Kristiania-Gegend giebt den Schlüssel zu der Geologi von Norwegen«. Endnu mere træffende er et udsagn fra en af geologiens grundlæggere, Leopold von Buch, der i 1806—1808 besøgte vort land og i anledning af Kristianiatraktens geologi udtalte: »Hat man ihre wahre Natur richtig erkannt, so wird man gewiss Kristiania mit der Ueberzeugung verlassen, dass aus dieser Gegend die Geologie reichen und groszen Gewinn schöpfen kann, und dass sie wahrscheinlich für Geologie die wichtigste des ganzen Nordens ist.«

Det har da heller ikke manglet paa forskere, som her har nedlagt et betydeligt arbeide og høstet rige frugter. *Leopold von Buch, C. F. Naumann, B. M. Keilhau, Ch. Lyell, Th. Kjerulf, H. Reusch, W. C. Brøgger* og flere har gjort denne egn til gjenstand for et mere eller mindre indgaaende studium; særlig har *Keilhau, Kjerulf* og *Brøgger* leveret klassiske arbeider over Kristianiatraktens geologi.

De nyeste og mest indgaaende undersøgelser skriver sig fra *Brøggers* haand, og det er for en stor del de resultater, hvortil hans undersøgelser har ført, der her er fulgt og benyttet ved dette kartarbeide over byens grund og i nærværende, kortfattede beskrivelse til samme.

Grundfjeldet.

Det ældste fjeld, grundfjeldet, optræder langs syd-østranden af byen i Ekeberg samt i et mindre øformigt parti ved fæstningen Akershus. Det bestaar hovedsagelig af gneisbergarter: biotitgneis, kloritgneis, granatgneis og andre krystallinske skifere. Ret hyppigt optræder ogsaa mørke amfibolitmasser, der ialmindelighed følger lagningen og faar derved udseende som vexlende lag i den omgivende gneis; paa enkelte steder optræder de derimod gangformigt, skjærende lagningen under en mindre vinkel; man kan saaledes paa »Kontraskjæret« og paa vestsiden af fæstningen se gange af denne bergart, der ikke ganske falder sammen med gneisens lagning. En mindre gang af samme bergart gjennemsætter Ekeberggneisen ved byens grænsesten no. 26; den viste sig ved mikroskopisk undersøgelse som tydelig diorit med kornig struktur, bestaaende af feldspat (plagioklas og mulig ogsaa orthoklas), grøn hornblende, glimmer og kvarts. Det maa derfor ansees som høist sandsynlig, at de mørke amfibolitmasser, der ledsager gneisen, maa betragtes som ældre gange af en dioritisk bergart, der i almindelighed sammen med gneisen har undergaaet en betydelig omvandling (metamorfose).

Desuden optræder i grundfjeldet hyppige pegmatitgange fra 1 cm. til over 1 m.s mægtighed, ofte forgrenede og ikke sjelden visende smaa brud og forkastninger, der tyder paa, at de er ældre end gneisens seneste forandringer.

Grundfjeldet viser sig i almindelighed tydelig laget eller ialfald skifrigt; nogen bestemt rækkefølge af forskjelligartede lag har det hidtil ikke lykkedes at paavise. Faldet er i Ekeberg mod VSV; paa Akershus mod NNO; begge steder temmeligt steilt 45 °—80 °).

Om selve grundfjeldets dannelse har flere afvigende meninger gjort sig gjældende. Man har snart antaget det for den ældste jordskorpe, snart har man i det troet at gjenfinde de ældste kambriske lag i omvandlet form; endelig har man opfattet store dele af det som omvandlet eruptiv (granit, granitskifer); men i det hele ved man endnu saa lidet om grundfjeldets dannelseshistorie, at det ikke er uden en vis berettigelse, at man har sammenlignet den med historiens sagatid.

Ogsaa de optrædende pegmatitgange har været underkastet en lignende forskjellig tolkning. Medens nogle anser dem for sekretionsgange, dannet ved udkrystallisation paa sprækker, anser andre dem for virkelige granitiske eruptivgange. Disse forskjellige opfatninger behøver dog ikke at staa i modsætning til hinanden, idet der kan tænkes pegmatitgange opstaaet paa hver af de nævnte maader. Det samme kan ogsaa siges om grundfjeldets dannelse. Det er høist sandsynligt, at af de bergarter, der henregnes til grundfjeldet, er nogle dannet paa sedimentær vei, andre af eruptive bergarter ved senere forandringer. Ekeberggneisen turde sandsynligvis tilhøre de sidste.

Langs grundfjeldets rand i Ekebergskraaningen optræder en ca. 8—10 m. mægtig zone uden tydelig lagning bestaaende af opknust og igjen sammenkittet fjeld; det er en brecciesten af gneisdetritus og gneisbrudstykker, opfyldt af kvartsaarer og indsprængt med svovelkis. Undertiden kan man opdage brudstykkenaturen, men ofte har den et massivt udseende af en graagrøn farve, dannet af kvarts- og feldspatkorn samt skjæl af klorit; paa enkelte steder har den et kvartsitisk udseende, f. ex. øst for Ryenbergveien no. 49.

Denne breccies dannelse skyldes en forkastning i fjeldgrunden, idet partiet i nord er sunket, og det sydlige parti hævet; herunder



Vestsiden af Akershus fæstning.

R. P., rhombeporfyr; O. P., Osloporfyr; B, en ældre omvandlet diabasgang, omgivet af alunskifer (det sorte paa tegningen); X, konglomeratagtigt sandstenslag; G, grundfjeld, gneis med gange af amfibolit og pegmatit; D, yngre glimmerdiabas.

har fjeldstykkerne skuret mod hinanden og dannet den omtalte rivningsbreccie.

Denne breccie er især udpræget, hvor grundfjeldet direkte grænser ind mod siluren; hvor derimod forkastningsspalten er fyldt af den optrængte Osloporfyr, er brecciedannelsen mindre udpræget. Prof. Brøgger, der er den, der bedst har studeret disse ting, betragter grænsezonen af grundfjeldet bestaaende dels af en virkelig breccie dels af en mindre omvandlet gneis, der er saa tæt gjennemsat af kvartsaarer, at den kan opfattes som en breccie »in situ«.

De oprindelig over grundfjeldet i Ekeberg hvilende yngre lag er overalt borteroderet, og hvormeget af grundfjeldet, som er strøget med, er vanskeligt at have nogen bestemt mening om.

Paa vestsiden af Akerhus er derimod blottet et punkt, hvor kontakten mellem grundfjeldet og de over samme hvilende yngre lag træder tydelig frem. Gneisens øverste parti viser sig her stærkt forvitret, og lagningen er afvigende, idet gneisens faldvinkel er 60°, medens det

ældste, konglomeratagtige sandstenslag af den yngre formation kun helder ca. 30°. (Se punktet X paa billedet paa foregaaende side).

Etage 1 og 2.

De ældste over grundfjeldet hvilende sedimentære lag henfører man til det kambriske system, og herunder indbefattes i vort land sandstene og sparagmiter samt grønlige og sorte lerskifer; derefter følger den egentlige silur bestaaende af vexlende lag af kalkstene og lerskifer (skalberg). Hos os følger man imidlertid gjerne den Kjerulfske inddeling, hvorefter hele det kambrisk-siluriske system inddeles i etager; etage 1 og 2 svarer til de kambriske lag i andre lande og etage 3—8 den egentlige silur; deraf udgjør igjen etage 3—4 undersiluren, etage 5 overgangen mellem under- og oversilur og 6—8 oversiluren.

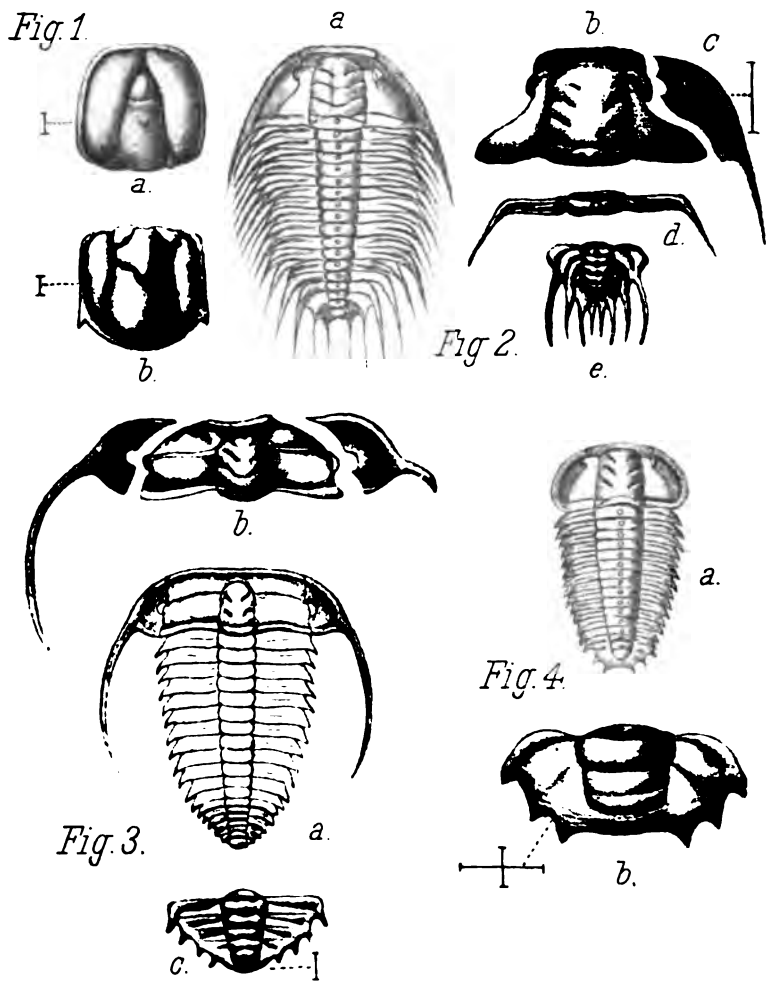
Etage 1 optræder med stor mægtighed i det centrale Norge; bergarterne er sandstene eller sparagmiter samt grønne og sorte lerskifere. Etage 2 bestaar af den saakaldte alunskifer, en sort bitumenøs skifer med sort streg, der fører større eller mindre ellipsoidiske kalkboller.

I Kristiania by hører de ældste med sikkerhed bestemte fossilførende lag til etage 2; det er imidlertid høist sandsynligt at man her ogsaa har lag, der tilhører etage 1; men man har hidtil ikke fundet sikre fossiler tilhørende denne etage; det eneste, man har, er nogle af Brøgger fundne utydelige aftryk af en agnostus fra alunverket i Oslo.

De ældste lag skulde man jo vente at finde umiddelbart over grundfjeldet; men det er kun paa vestsiden af Akershus, man har et saadant punkt blottet. Her ser man nærmest over grundfjeldet et ca. ½ m. mægtigt lag af en konglomeratagtig brudstykkebergart og over denne en sort lerskifer.

I denne sorte skifer er kalkboller ikke iagttaget, og i selve skiferen har det ikke lykkedes at finde fossiler. Men efter analogi

med andre steder, skulde det underste konglomeratagtige lag nærmest svare til de laveste dele af etage 1, og den sorte skifer til de øvre (etage 1 c). Foruden paa dette sted træder den sorte



Fossiler fra etage 2.

Fig. 1. Agnostus pisiformis Linn., var. socialis Tullb.
Fig. 2. Parabolina spinulosa, Wahlenb.
Fig. 3. Eurycare latum, Boeck.
Fig. 4. Peltura scarabæoides, Wahlenb.

alunskifer paa flere sted i dagen; men om de fleste af disse forekomster ved man, at de tilhører etage 2.

Etage 2 er af Brøgger inddelt i 5 underafdelinger, hver afdeling med sine ledende fossiler:

Etage 2 e med Dictyograptus flabelliformis.
» 2 d - Peltura scarabæoides.
» 2 c - Eurycare latum.
» 2 b - Parabolina spinulosa.
» 2 a - Agnostus pisiformis var. socialis.



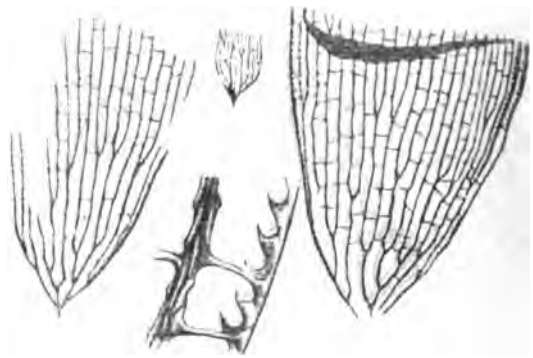
Alunverkets gruber ved Ekebergbakken.[1])
(Tegning fra 1800 af William Edy).

Størsteparten af den ældre centrale bydel hviler paa alunskifer, men det er kun en enkel gang ved gravning af en ny hustomt eller forskjellige anlæg at man faar se et glimt af underlaget i denne del af byen.

[1]) Denne tegning er fra Colletts: Gamle Kristianiabilleder. Clichéen er velvilligt udlaant af forlæggeren, J. W. Cappelen.

Som saadanne punkter, der i de sidste aar har været blottede, kan nævnes Rosenkrantsgd. 9, Grand hotel, Grænsegd. 2 og mellem n. Slotsgd. og Akersgd., Lille Grænsegd. 4, Kirkegd. 23 og 34, Prinsens gd. 11, Karl Johans gd. mellem brandvagten og posthuset, Karl Johans gd. 21, Akersgd. 14 og 16, Prinsens gd. 22 og 24, Toldbodgaden ved 29, Møllergd. 7 og sammenhængende blottet i den nye justitsbygnings tomt fra Grubegd. 5 til Akersgd. 40 samt i forsvarsdepartementets gaardsrum, hvor den fremdeles er synlig.

Kun paa en del af disse steder er fundet fossiler. Under gravningen af tomten til den sydøstre tilbygning af forsvarsdepartementets gaard fandtes kalkboller med Agnostus pisiformis var. socialis (etage 2 a); i Prinsens gade har jeg fundet kalkboller med



Dictyograptus flabelliformis, Eichw.
(Efter Brøgger).

Parabolina spinulosa og Orthis lenticularis (etage 2 b). I lille Grænsegd. fandtes Eurycare latum (etage 2 c). I Kirkegd., Møllergd. 7 og den nye justitsbygnings tomt fandtes paa flere punkter kalkboller med Peltura scarabæoides og Sphærophtalmus alatus (etage 2 d). Etagen hæver sig altsaa med terrænet opover mod Hammersborg, hvor man møder først de lavere og derpaa de høiere underafdelinger af etage 3.

I Oslo har man et større blottet parti af alunskifer; men den optræder her i vild uorden. Den forekommer nemlig lige ved den store forkastning, adskilt fra grundfjeldet ved den gjennem forkast-

ningsspalten optrængte Osloporfyr og paa mange steder gjennemsat af mindre eruptivgange. Skikterne er derfor foldede og forstyrrede, saa der neppe kan være tale om opkonstruering af noget profil. Man har dog i denne skifer — fornemmelig i kalkbollerne — fundet fossiler fra alle de fire lavere underafdelinger af etage 2; den øverste underafdeling, etage 2 e, med Dictyograptus flabelliformis er ikke kjendt fra dette sted; men derimod ifølge Kjerulf



Parti fra St. Hanshaugen. Langs spadsergangen sees kalkboller fra alunskiferen. (Efter fotografi af forfatteren).

og Brøgger fra Tøien; den sorte skifer, der nu træder i dagen i Blytts gade og i gangene i Tøienhaven, fører tynde kalkboller med Peltura scarabæoides og tilhører altsaa etage 2 d.

Ogsaa bodsfængslets grund bestaar efter Kjerulfs ældre karter af alunskifer; stedet er nu dækket.

De i skiferen optrædende kalkboller er af størrelse fra en knytnæve til over en meter i tversnit; formen er gjerne ellipsoidisk til næsten kuglerund; ved at slaaes eller gnides mærkes ofte en

stinkende lugt, og de har af denne grund faaet navn af stinkkalkboller eller svinesten. Naar de optræder i uforandret form, bestaar de af en finkornig med kulstof forurenset kalksten; de viser sig gjerne skiktede ved mørkere og lysere lag; ofte indeholder de en masse fossiler, der træder tydeligst frem paa skiktfladerne og gjerne rigeligere i enkelte skikter end i andre. I omkrystalliseret form viser de sig at bestaa af en kornig eller straalig kalkspat (antrakonit) og er da fattige eller fuldstændig frie for fossiler. Undertiden er kalken erstattet af svovlkis, og man faar i dette tilfælde svovlkisboller af samme baade indre og ydre bygning som kalkbollerne.

Brøgger har paavist, at disse kalkboller viser gradvise overgange til sammenhængende kalklag; da de desuden selv er lagdelte, maa de betragtes som oprindelige dannelser i det hav, hvor alunskiferen afsattes [1]).

Alunskiferen forvitrer let og danner frugtbar jordsmon; mellem skiktfladerne i den mere eller mindre forvitrede skifer ser man almindelig en masse smaa tavleformede eller stjerneformet anordnede gibskrystaller. I teknisk øiemed har den været anvendt til fremstilling af rød farve og alun, hvoraf skiferen har faaet sit navn. Kun et saadant alunverk har været i drift her i landet, nemlig det bekjendte alunverk i Oslo, der oprettedes i 1737 og dreves med skiftende held, indtil det i aaret 1815 nedlagdes for bestandigt.

Om alunskiferens mægtighed kan man vanskelig danne sig noget begreb efter de steder, hvor den fortiden er blottet inden byens grænser. Efter Kjerulf og Brøggers undersøgelser fra andre dele af Kristianiatrakten kan den imidlertid sættes til ca. 50 m.

Faunaen i etage 1 og 2 bestaar overveiende af trilobiter og ved siden deraf, men mere underordnet, enkelte brachyopoder.

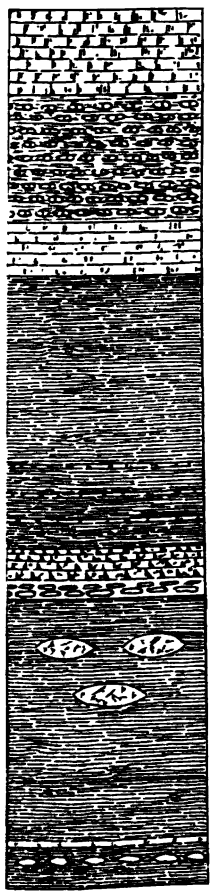
I etage 1 er familien *paradoxideæ* og *agnostideæ* fremherskende; i etage 2 familien *alenideæ* og tildels *agnostideæ*. Denne ens-

[1]) Se nærmere Brøgger: Die Etg. 2 u. 3; pag. 335—343.

formige fauna er med et fællesnavn bleven benævnt *primordialfaunaen* eller den 1ste siluriske fauna. Den i de følgende etager optrædende 2de siluriske fauna har ingen repræsentanter i de to laveste etager.

Etage 3.

I denne etage møder man mere vexlende bergarter, end tilfældet var i etage 2. Navnlig optræder her ved siden af graa eller sort skifer mere eller mindre mægtige lag af kalksten. Den inddeles efter Brøgger i tre hovedafdelinger med sine underafdelinger.



3 c γ; egentlig Orthocerkalk.
3 c β; Expansusskifer.
3 c α; Megalaspiskalk.
} Den øvre afdeling er væsentlig en kalkafdeling, den bekjendte *Orthocerkalk.*

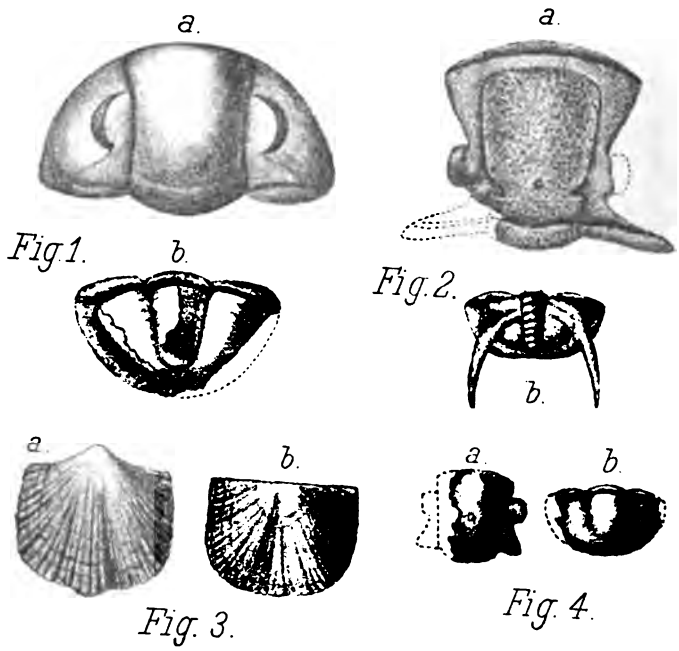
3 b; Phyllograptusskifer.
} Den midtre afdeling er en skiferafdeling.

3 a γ; Ceratopygekalk.
3 a β; Ceratopygeskifer.
3 a α; kalk og skifer med Symphysurus incipiens.
} Den undre afdeling bestaar dels af skifer, dels af kalksten.

Skematisk profil af etage 3. ($^1/_{200}$).

Den undre afdeling danner i petrografisk henseende særlig i de laveste lag en fortsættelse af alunskiferen. Grænsen mellem de to etager lar sig derfor vanskelig paavise uden ved en mikroskopisk undersøgelse af de i disse lag sparsomt optrædende fossiler.

Etage 3 a α bestaar af en sortstreget skifer, lavest med kalkboller og i det midtre parti med et 0.3 m. mægtigt sammen-



Fossiler fra etage 3 a.

Fig. 1. Symphysurus incipiens, Brøgger; etage 3 a *α*.
Fig. 2. Ceratopyge forficula, Sars; etage 3 a *β* og *γ*.
Fig. 3. Orthis Christianiæ, Kjerulf; etage 3 a *β*.
Fig. 4. Symphysurus angustatus, Boeck; etage 3 a *γ*.

hængende mørkt kalkstenlag. De vigtigste fossiler er: Symphysurus incipiens og Cyclognathus micropygus.

Etage 3 a β, Ceratopygeskiferen, er en sort, sædvanlig graastreget skifer, der fører indtil meterstor ellipsoider af stinkkalk. Her optræder fossilerne: Ceratopyge forficula og Orthis Christianiæ.

Etage 3 a γ, Ceratopygekalken, danner et fra 1 til 1,5 m. mægtigt lag af lys, blaagraa kalksten; ved nøie undersøgelse opløser dette lag sig i tynde skikter tildels med skiferlameller og flade kalklinser indimellem; underst optræder et skikt af tynde kalklinser, øverst et skikt af glaukonitrig kalksten. Ved forvitring viser ceratopygekalken en lys, gulagtig farve, der stikker af mod den omgivende sorte skifer. De mest almindelige fossiler er:



Etage 3 *a α* paa hjørnet af Sofienberggaden og Trondhjemsveien.
a, kalkboller; b, sammenhængende kalklag.
(Efter fotografi af forfatteren).

Ceratopyge forficula, Symphysurus angustatus, Euloma ornatum og Orthis Christianiæ.

Det er kun paa faa steder i Kristiania, at denne afdeling træder i dagen. Paa Galgeberg, ved hjørnet af Aakebergveien og St. Halvardsgade, var afdelingen tidligere godt blottet; nu findes kun rester igjen. Paa hjørnet af nævnte gader staar en sort skifer, hvori en kalkbolle indeholdt rester af Cyclognatus micropygus (etage 3 a *α*). Paa selve Galgebergs torv ved Aakebergveien stikker Ceratopygekalken frem i en fold; ligesaa ved nedgangen til Sven-

engens teglverk. Paa hjørnet af Sofienberggaden og Trondhjemsveien ser man baade etage 3 a α med kalkboller og et sammenhængende kalklag og etage 3 a β med sine store kalkellipsoider blottet.

Bag Trefoldighedskirken og nedover mod Hammersborg har man ogsaa Ceratopygekalken og dens tilgrænsende lag delvis blottet; ligesaa paa flere steder i Ekebergveien.

Tidligere har denne afdeling, særlig Ceratopygekalken, været synlig i Kroken no. 2, paa det nye rigshospitals grund og i St.



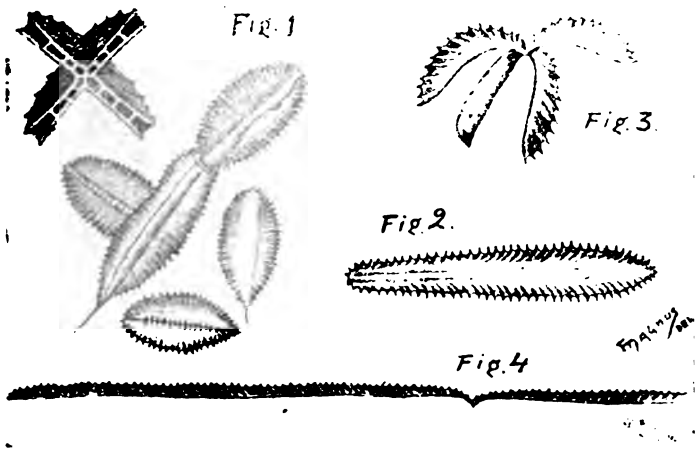
Etage 3 $a\beta$ paa hjørnet af Sofienberggaden og Trondhjemsveien.
a, kalkellipsoide. (Efter fotografi af forfatteren).

Olafs gade; men er fortiden dækket af murbygninger. Mægtigheden af etage 3 a er ca. 12 m.

Etage 3 b, Phyllograptusskiferen, er en mørkgraa skifer, sædvanlig med graa streg; undertiden kan den være saa rig paa bituminøse bestanddele, at stregen er sort. I den laveste del forekommer næsten overalt tynde skikter af en blaagraa fast kalksten, der viser sig fattig paa fossiler. Ogsaa i denne skifer forekommer ligesom i alunskiferen enkelte smaa gibskrystaller. Mægtigheden i Kristiania er anslaaet til 10—12 m.



Bag Trefoldighedskirken. Tilhøire etage 3 $a\gamma$, tilvenstre etage 3 b.
(Efter fotografi af forfatteren).

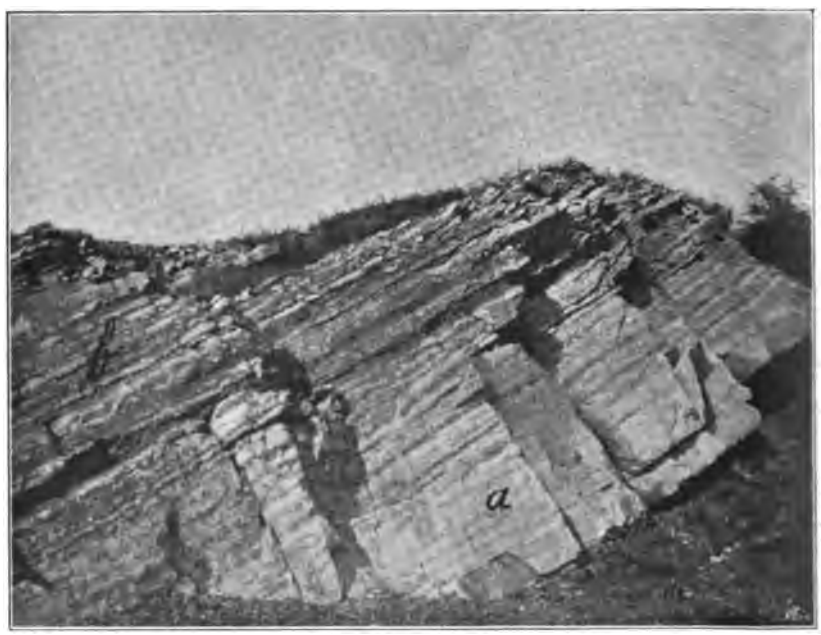


Fossiler fra etage 3 b.

Fig. 1. Phyllograptus typus, Hall. Fig. 2. Phyllograptus angustifolius, Hall. Fig. 3. Tetragraptus bryonoides, Hall. Fig. 4. Didymograptus patulus, Hall.

Phyllograptusskiferen er ofte overordentlig rig paa graptoliter, særlig af familierne *dichograptidæ* og *phyllograptidæ*.

Mest karakteristisk er Phyllograptus angustifolius og forskjellige arter af Didymograptus og Tetragraptus; Tetragraptusarterne forekommer kun i denne afdeling, og enkelte forfattere har derfor benævnt denne skifer for Tetragraptusskifer. Af brachiopoder forekommer en liden Obolus.



Orthocerkalk. Fra Huk. (Efter fotografi af forfatteren).
a, Megalaspiskalk; b, Expansusskifer.

Etage 3 c, *Orthocerkalken*, bestaar af to tykke kalkstenbænke adskilt ved en knollet mergelskifer. Den undre kalkstensbænk, etage 3 c α, *Megalaspiskalken*, har en mægtighed af 1—1,5 m.; kalkstenen er blaagraa, indeholder kun sjelden orthocerer og er i det hele fossilfattigere end den øvre kalkbænk, den egentlige Orthocerkalk. Mest karakteristisk i dette lag er *Megalaspis limbata* Boeck *var. minor*.

Etage 3 c β, *Expansusskiferen*, bestaar af en graa mergelskifer med tætte skikter af kalklinser; snart er skiferen snart kalklinserne

overveiende; mægtigheden 3—5 m. Den pleier være meget rig paa fossiler. Af trilobiter optræder især familierne *asaphidæ* og *illænidæ* og af brachiopoder familien *orthidæ;* enkelte orthocerer forekommer sparsomt. Mest almindelig er *Asaphus expansus*, hvorefter afdelingen har sit navn, samt *Illænus Dalmani* og *Orthis parva.*

Etage 3 c γ. den egentlige Orthocerkalk, er dannet af flere mere eller mindre sammenhængende kalkbænke med en samlet mægtighed



Asaphus expansus.



Illænus Esmarkii.

af 2,5—4 m. Det laveste skikt udmærker sig gjerne ved smaa sortbrune fosforitkorn; over dette skikt optræder med stor hyppighed *Porambonites intercedens* Pander; det øverste skikt bestaar af en graa mergelskifer med linser og tynde skikter af kalksten; det karakteristiske fossil i dette skikt er *Megalaspis gigas.*

Den egentlige orthocerkalk er en blaagraa, uren kalksten, der i forvitret form gjerne er besat med gulagtige eller brunlige flekker. Den kjendes desuden let ved den uhyre masse af orthocerer, som den indeholder. Orthocererne ligger ialmindelighed langs skiktfladerne med sifoen nedad; den øvre halvdel af orthoceren mangler ofte, sandsynligvis borttæret, førend den begravedes i dyndet.

I faunistisk henseende falder underafdelingerne i etage 3 c nær sammen; opad gaar enkelte af dens fossiler som *Ampyx costatus* og *Nileus Armadillo* over i den undre afdeling af etage 4.



Orthocer.

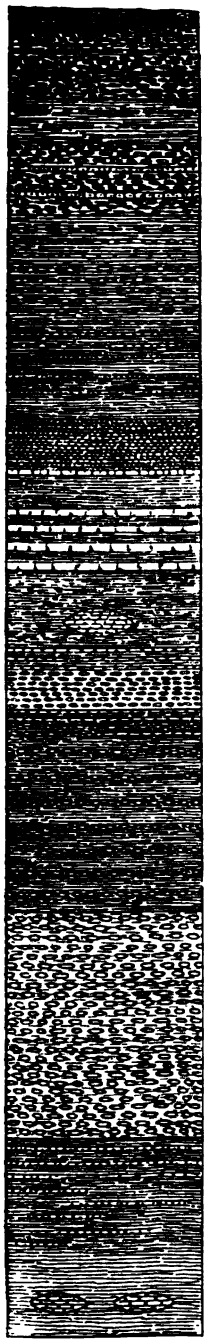
Afdelingen 3 c, som man i almindelighed har været vant til at sammenfatte under benævnelsen Orthocerkalk, har en mægtighed af 6—10 m.; den træder frem paa mange steder i Kristiania; paa grund af sin større fasthed i forhold til den omgivende skifer har den havt lettere for at staa imod de eroderende kræfter, saa den paa mange steder rager frem og gjør sig let bemærket. Paa enkelte steder staar forresten nu kun rester særlig af Expansusskifer igjen, idet man har udtaget og anvendt kalkbænkene til grundmursten; i Orthocerkalkens plads ser man derfor nu kun groper efter de gamle stenbrud, f. ex. ved Tøien.

Den samlede mægtighed af etage 3 i Kristiania anslaaes til omtrent 30 m.

Faunaen i denne etage bestaar foruden af trilobiter, der ogsaa var de fremherskende i etage 1 og 2, af en stor mangfoldighed af cephalopoder og graptoliter foruden en hel del repræsentanter for andre dyreklasser som gasteropoder, heteropoder, brachiopoder, lamellibranchiater, bryozoer, cystideer etc.

Trilobiterne optræder med en ny familie, nemlig *asaphidæ*, hvorefter ogsaa etagen har været benævnt Asaphusetagen.

Grænsen mellem den 1ste og 2den siluriske fauna er ikke skarp, gaar tvertimod gradvis over i hinanden. I det undre lag af denne etage, hvor den første repræsentant for den 2den siluriske fauna, *Symphysurus incipiens* Brøgger, optræder, forekommer den side om side med en ægte primordialfauna.



Skematisk profil af etage 4. ($^1/_{1500}$).

4 d γ; øvre Isoteluskalk; tætknollet kalk med Isotelus etc.

4 d β; Isotelusskifer; grønsort skifer med Isotelus.

4 d α; undre Isoteluskalk; skifer og kalk eller kalksandsten med Isotelus.

4 c γ; øvre Trinucleusskifer; skifer og kalk eller kalksandsten med Trinucleus conf. seticornis His.

4 c β; Trinucleuskalk; tætknollet kalk med Trinucleus conf. seticornis.

4 c α; Trinucleusskifer; sort skifer med Trinucleus seticornis.

4 b δ; øvre Chasmopskalk; kalk og skifer med Chasmops extensa.

4 b γ; øvre Chasmopsskifer; skifer med Chasmops extensa.

4 b β; undre Chasmopskalk; knollet kalk med Chasmops conicophtalma.

4 b α; undre Chasmopsskifer; skifer og fjernere kalkknollelag med Chasmops conicophtalma.

4 a β; Ampyxkalk; knollet kalk med Ampyxarter.

4 a α; Ogygiaskifer; skifer og tynde lag af kalk eller kalksandsten med Didymograptus geminus og Ogygia dilatata.

Etage 4.[1])

Over Orthocerkalkens øverste skikt med *Megalaspis gigas Ang.* kommer en mørk, graptolitførende skifer med enkelte større kalklinser og derover en knollet kalk, hvorpaa skifer med kalkknollelag, renere skifer og tætknollet kalk vexler flere gange oppover. Det er denne serie med skifer og kalkknollelag, der er betegnet som etage 4, og som af Brøgger igjen er delt i 4 hovedafdelinger, hver med sine underafdelinger[2]).

Af disse 4 hovedafdelinger optræder kun de 3 laveste inden byens grænser.

Etage 4 a α eller *Ogygiaskiferen* er en mørk, graastreget skifer, i hvis lavere del forekommer enkelte $^1/_4$ til $^1/_2$ m. store kalklinser; i den øvre del blir skiferen mere graagrøn, førende mindre, flade kalkknoller, der snart gaar over til tynde sammenhængende lag af en fin kalksandsten.

Ved den fine sandiblanding og ved de sammenhængende, tætliggende kalklag skiller denne afdeling sig petrografisk let fra andre afdelinger inden denne etage.

Skiferen er ofte rig paa graptoliter; mest karakteristisk er: *Didymograptus geminus*, *Climacograptus Scharenbergi* og *Diplograptus teretiusculus His.* Foruden de af Brøgger nævnte graptoliter i denne afdeling har jeg ved Stensgaden i Kristiania og ved Huk paa Ladegaardsøen fundet en *glossograptus;* desuden paa flere andre steder en liden *dicellograptus* og lange grene af en *didymograptus.*

I kalkknollerne træffer man hyppigt trilobiter, hvoraf kan nævnes *Ogygia dilatata* som den mest karakteristiske og *Asafus platyurus* samt i de øvre skikter *Trinucleus bucculentus.*

---

[1]) Se nærmere Brøgger: Geologisk kart over øerne ved Kristiania. Nyt. Mag. f. Naturv. Bd. XXXI.

[2]) Den yngste af disse af Brøgger udskilte underafdelinger, etage 4 d δ eller øverste Chasmopsnivau, er senere af Dr. J. Kiær henført til etage 5. Se Johan Kiær: Uebersicht der Etage 5. M. N. Kl. 1897. No. 3.



Etage 4 *a a*; Ogygiaskifer. Fra hjørnet af Frognerveien og Nordraachs gade.

(Efter fotografi af forfatteren).



Ogygia dilatata, var. Sarsi Ang.

Mægtigheden er ca. 40 m.

Denne afdeling optræder meget hyppigt i Kristiania; den er dog sjelden synlig i hele sin mægtighed. Enten træffer man dens undre del støttet til Orthocerkalken og da ofte i inventeret lagstilling som i Nordal Bruns gade og samme lags fortsættelse østover til Maridalsveien, eller dens øvre del grænsende ind til den efterfølgende afdeling, Ampyxkalken f. ex. i Th. Heftys gade, i



Etage 4 $a\beta$; Ampyxkalk. Fra Uranienborgveien.
(Efter fotografi af forfatteren).

Frognerveien nord for Tidemannsgaden, ved Gamle Akers kirke og paa mange andre steder. Mere sammenhængende profiler sees i Sofiegaden og ved Ekebergveien.

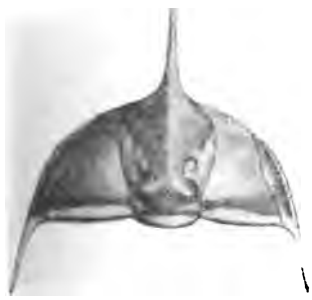
Etage 4 a β, Ampyxkalken, danner fortsættelsen af Ogygiaskiferens øvre del med de sammenhængende lag af kalksandsten, men gaar snart over til tæt sammenpakkede kalkknollelag, der dog hist og her fører enkelte mere sammenhængende kalklag.

Af fossiler optræder flere *Ampyxarter, Asaphus platyurus, Trinucleus coscinorhinus* ligesom de fra de lavere afdelinger

kjendte Ogygia dilatata, Trinucleus bucculentus og Nileus Armadillo; fremdeles en liden Orthis og en Leptæna samt regulære orthocerer og enkelte gange spor af graptoliter. I den øvre del forekommer den karakteristiske *Echinosphærites aurantium.*

Mægtighed ca. 47 m.

Ogsaa Ampyxkalken træder hyppigt frem i Kristiania; af steder, hvor omtrent hele afdelingen er synlig, kan nævnes Th. Heftys gade ved Elisenbergveien, NO for Gamle Akers kirke, Natmandshaugen, jernbaneskjæringen ved Munkedamsveien etc. I Uranienborgveien optræder den i en antiklinal fold, hvori viser sig en mindre forkastning.



Hovedskjoldet af Ampyx costatus. Boeck.



Echinosphærites aurantium.

Etage 4 b α, den undre Chasmopsskifer, er en mørkgraa skifer med mere eller mindre sammenhængende kalkknollelag i en indbyrdes afstand af ca. 0.3 m.; i den øvre del blir kalkknollelagene noget tættere og mere sammenhængende, indtil den øverst gaar over i en del tykkere, sammenhængende lag.

Karakteristisk for denne afdeling er *Chasmops conicophtalma;* hyppigt forekommende er *Orthis parva*, en liden Leptæna, en mængde gasteropoder og brudstykker af regulære orthocerer samt i den øvre del talrige enkrinitled. Især karakteristisk er hobe af Orthis. Ogsaa i denne afdeling har jeg fundet graptoliter, men ialmindelighed daarligt opbevarede.

Mægtigheden er ca. 40 m.



Etage 4 b α; undre Chasmopsskifer. Fra Wolffs gade.
(Efter fotografi af forfatteren).

Denne afdeling hører paa grund af sin betydelige mægtighed til de hyppigst forekommende i Kristiania.

Man kan se den ved begyndelsen af Drammensveien, hvor man paa grænsen mod Ampyxkalken ser en mindre foldnings-



Chasmops conicophtalma. Boeck.

forkastning [1]). Videre kan den studeres ved Skarpsno, ved Uranienborgs kirke, ved begyndelsen af Gjetemyrsveien, i Wolffs gade etc.

Etage 4 b β, undre Chasmopskalk, er en tætknollet kalkafdeling, der i den undre og øvre del fører ca. 1 dm. tykke sammenhængende ved skifer adskilte kalklag; i midten ligger derimod kalkknollerne endnu tættere end i Ampyxkalken.



Øvre del af etage 4 *a β* og undre del af etage 4 b *α* Fra Drammensveien.
(Efter fotografi af forfatteren).

Fossiler optræder sparsomt og daarligt opbevarede; man finder de samme som i foregaaende afdeling. *Chasmops conicophtalma* og en stor Strophomena er de mest karakteristiske.

Mægtighed ca. 12 m.

Af steder, hvor denne afdeling optræder, kan nævnes: Drammensveien paa hjørnet af Observatoriegaden, strøget ved Balkeby og Skogveien, Wergelandsveien ved grotten og ved Søholm.

[1]) Partiet er i det sidste aar bortmineret og den nye skjæring dækket.



Øvre del af etage 4 b α og undre del af etage 4 b β. Fra hjørnet af Observatoriegaden og Drammensveien. (Efter fotografi af forfatteren).



Chasmops extensa. Boeck.
(Efter et paa universitetet opbevaret fuldstændigt exemplar).

Etage 4 b γ, øvre Chasmopsskifer, er en sort skifer, der fører enkelte store, indtil meterlange kalkellipsoider og septarieknoller.

Den er rig paa smaa svovlkisknoller, fattig paa fossiler; man finder undertiden haleskjoldet af *Chasmops extensa*.

Mægtighed ca. 15 m.

Den stikker frem i Haxthausens gade, Wolffs gade, ved Søholm og sandsynligvis ogsaa i Incognitogaden.



Etage 4 b δ; øvre Chasmopskalk. Fra jernbanelinjen SO for Skarpsno.
(Efter fotografi af forfatteren).

Etage 4 b δ, øvre Chasmopskalk, udmærker sig ved ca. 1 dm. tykke kontinuerlige kalklag, adskilt ved skiferlag, hvis mægtighed varierer fra 1 til 3 dm.

Af fossiler, der karakteriserer denne afdeling, kan nævnes *Chasmops extensa* og *Dianulites petropolitana* Pand. var. lycoperdon.

Mægtighed 10—12 m.

Optræder ved Søholm og Terningbakken. I de nordre bydele stikker den frem i Mogaden, nord for Sagenes kirke.

Etage 4 c α, Trinucleusskifer, er en sort skifer, der i den lavere del fører enkelte store septarieknoller.



Trinucleus seticornis. His.

Den er rig paa fossiler; mest karakteristisk er *Trinucleus seticornis*, *Orthis argentea* og af graptoliter *Diplograptus pristis*,



Øvre del af etage 4 c α og undre del af etage 4 c β. Fra nærheden af jernbanelinjen SO for Skarpsno. (Efter fotografi af forfatteren).

en Climacograptus og som ny for denne afdeling har jeg i Skogveien no. 43 fundet *Dicranograptus* conf. *clingani*.

Mægtighed 6—7 m.

Foruden i Skogveien 43, hvor den nu er tildækket, staar den i Frognerveien 1, ved Søholm (her er en forkastning), Terningbækken, i Pilestrædet ret over for Frydenlunds bryggeri og i Mogaden.



Etage 4 c β. Trinucleuskalk. Ved Søholm.
(Efter fotografi af forfatteren).

Etage 4 c β, Trinucleuskalk, er en kalkafdeling, der bestaar af meget tynde kalkknollelag; paa forvitret flade er den særlig let at gjenkjende ved de tynde, ca. 2 cm. tykke knollelag, der særlig er karakteristisk for dens lavere del.

Af fossiler kan nævnes *Trinucleus seticornis* og *Asaphus lævigatus Ang.*

I Skogveien 43 førte den stilke af en stor enkrinit og fra Frognerveien 1 er en lignende bragt til universitetets palæonthologiske samling.

Mægtighed 10—18 m.

Trinucleuskalken kan sees ved Søholm, Terningbækken, Frognerveien 1, Skogveien 43, Pilestrædet ret over for Frydenlunds bryggeri, Pilestrædet 90 og i Mogaden. Den stak ogsaa frem i en hustomt i Hægdehaugsveien 27 & 29.

Etage 4 c γ, øvre skifer med Trinucleus conf. seticornis, bestaar overveiende af skifer med tynde lag af kalk og kalksandsten;



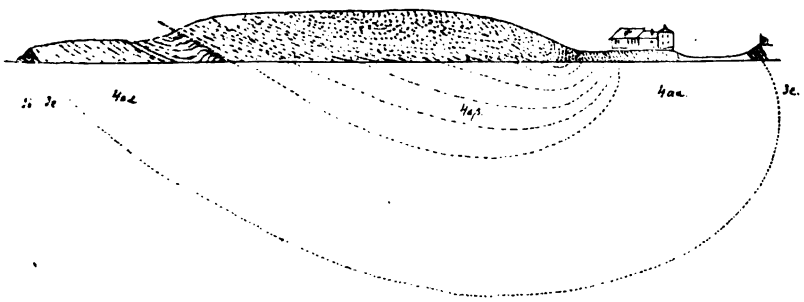
Etage 4 c γ; øvre Trinucleusskifer. Fra Hammerstadgaden ved Sorgenfri.
(Efter fotografi af forfatteren).

skiferen er gjerne af graagrøn farve. Mest karakteristisk er tynde lag af finkornet kalksandsten. Afdelingen er yderst fattig paa fossiler. Mægtighed ca. 40 m.

Denne afdeling, der er den yngste af de silurafdelinger, der optræder inden Kristiania bys grænser, er synlig ved Terningbækken, bag Pilestrædet no. 57, ved Pilestrædet no. 90 og i Hammerstadgaden ved Sorgenfri.

Silurlagenes foldning og forkastning.

Efterat have kastet et blik paa de dele, hvoraf fjeldgrunden i Kristiania for en væsentlig del bestaar, gjælder det at faa et overblik over de forandringer og forstyrrende paavirkninger, som jordskorpen i denne egn har været udsat for efter sin oprindelige dannelse. Allerede hos grundfjeldet møder vi store forandringer, idet lagene sees foldede eller stillede paa skraa. Endnu mere øinefaldende er dette hos silurlagene; hyppigt ser vi disse stuvede sammen i folder som bølger paa et oprørt hav; men kun sjelden



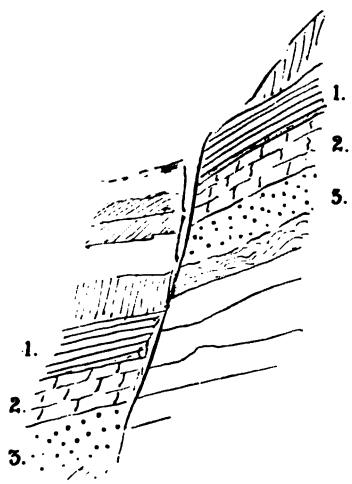
Profil langs Fredensborgveien fra Kroken til Maridalsveien,
visende Orthocerkalken (3 c) og etg. 4 a α i inverteret lagstilling ved Maridalsvn. no. 14.

ligger fjeldgrunden saa tilsyne, at vi kan følge foldernes op- og nedadgaaende løb; snart ser vi kun den øvre krumning, sadelen, snart den nedre, skaalen.

I strøgsretningen kan derimod folderne følges temmelig sammenhængende, og i det store træder de frem paa kartet som parallelle striber langs foldningens akselinje, hvis retning falder omtrent VSV—ONO.

Gaar man til det møisommelige arbeide at forfølge lag for lag, idet man søger at rekonstruere et billede af fjeldgrundens bygning, møder man flere vanskeligheder. Lagrækken kan være kastet om, saa det yngste synes ældst og omvendt; man staar

her foran en *inversion*. Eller de lag, man har for sig, kan pludselig stoppe op, idet de sees lænet ind mod fremmede, fjernere dele af lagsystemet; dette er *forkastning*. Af forkastninger har man først de store spalteforkastninger langs opstaaede spalter eller sprækker i jordskorpen. Fjeldmasserne har da skuret imod hinanden, og de sønderrevne stenstykker er igjen blit sammenkittet med et bindemateriale, der ofte bestaar af nydannet kvarts, feldspat og svovlkis. Paa denne maade fremkommer *rivningsbreccier*. En saadan mægtig spalteforkastning med ledsagende breccie sees paa kartet langs Ekebergs nord- og vestrand. Grundfjeldet, som jo tilhører jordskorpens ældste dele, hæver sig her i et ca. 130 m. høit platau, medens de langt yngre silurlag ligger stuvet indtil fjeldet ved dets fod[1]).



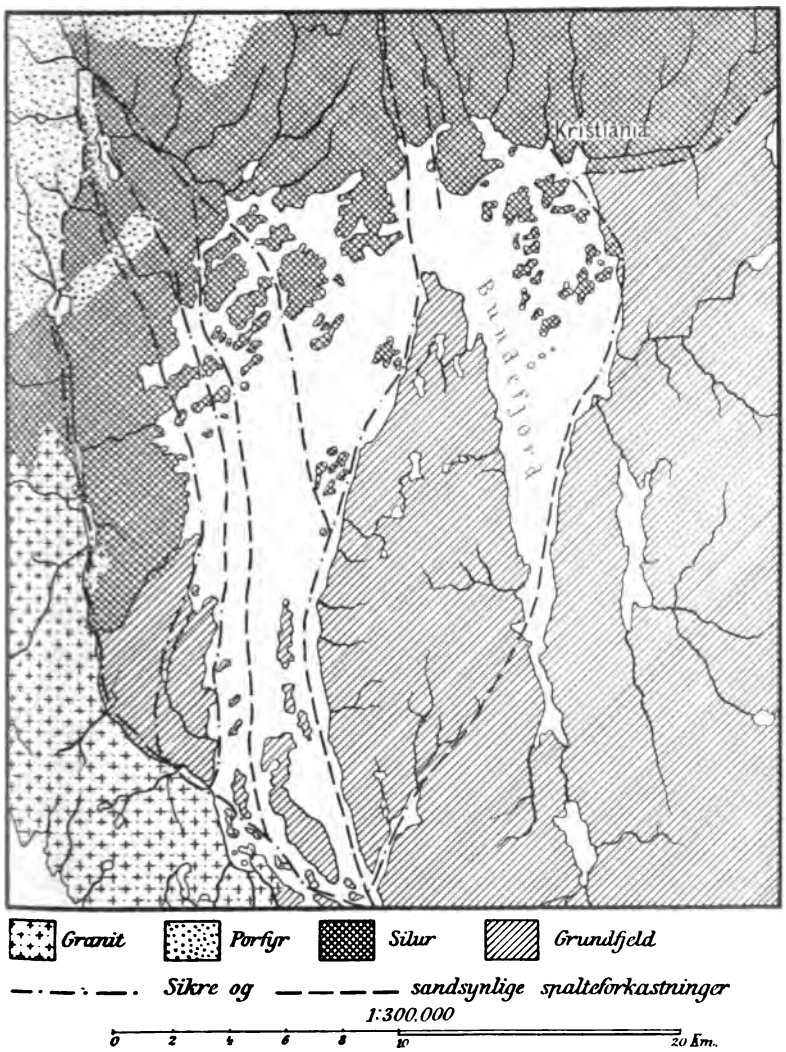
Spalteforkastning. (Efter Heim).

En anden forkastning, der er en fortsættelse af forkastningen langs Ekebergs vestside, strækker sig langs vestsiden af Akershus fæstning; den fortsætter sandsynligvis et stykke nordover langs den nu for størstedelen tildækkede Bisletbæk; selve forkastningslinjen er her skjult, men da lagene ikke korresponderer paa begge sider af sænkningen, maa en — forresten mindre — forkastning her være skjult.

Efter Brøggers paavisning er hele Kristianiafjordens dannelse delvis betinget af en række saadanne forkastninger, der gaar enten i retning S—N parallelt granitgrænsen i Røken eller Ø—V som i Ekeberg; disse forkastninger har opstykket jordskorpen

[1]) Der er flere ting ved breccien langs den store Ekebergsforkastning, som ifølge Brøggers undersøgelser tyder paa, at denne og lignende forkastninger i Kristianiatrakten ikke er foregaaet med én gang, men i flere adskilte sæt.

i flak, langs hvilke de eroderende kræfter har havt let for at arbeide.



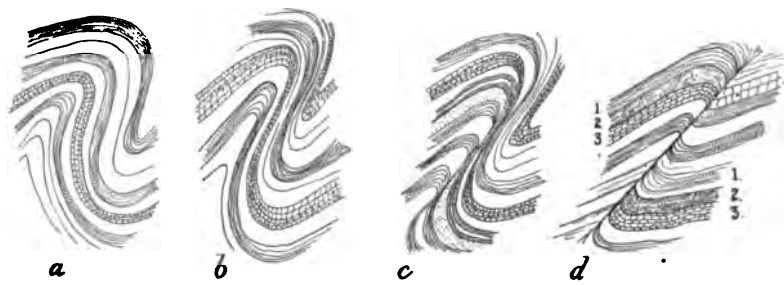
Kart visende forkastninger ved Kristianiafjordens nordre del.
(Efter professor Brøgger).

En anden slags forkastninger er de hyppigt optrædende, men mindre iøinefaldende *foldningsforkastninger*. Disse staar i nøie forbindelse med foldningerne; idet en fold væltes om (inverteres),

trykkes de blødere masser i midtleddet bort, og der opstaar en glidflade, langs hvilken forskyvningen sker.

Mest almindelige er disse forkastninger i lagrækker, der bestaar af faste kalklag med mellemliggende lag af blødere skifer. Dette er særlig tilfælde i etage 3 og 4, som derfor ogsaa er de afdelinger, der huser de fleste foldningsforkastninger. Saaledes findes de meget hyppigt i forbindelse med Orthocerkalken, og de optræder gjerne her paa den maade, at selve glidfladen falder langs Orthocerkalkens lagflade.

Ofte er disse foldningsforkastninger vanskelige at opdage og endnu vanskeligere at forfølge; i regelen falder deres løb parallelt

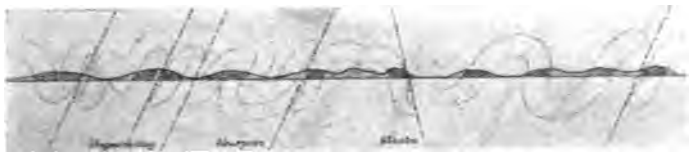


Overgang fra en fold til en foldningsforkastning. (Efter Heim).

strøget, men ikke sjelden bøier de over fra det ene lag til det andet, saa den hele lagbygning blir meget kompliceret. Naar dertil terrænet er mere eller mindre dækket, vil tydningen af lagbygningen i mange tilfælder vise sig umulig.

Aarsagen til foldningerne og de derved fremkomne foldningsforkastninger maa være en sammenstuvning af fjeldgrunden, et intenst sidetryk, der har drevet dele af lagrækken til at hæves op og slaa rynker; hvis man nu kunde brette ud igjen de foldede lag, har Brøgger for et parti i Asker fundet, at de vilde kunne dække et over dobbelt saa stort fladerum som i den nuværende stilling.

Som regel helder saavel de inverterte skikter som forkastningsfladerne mod NNV; fra samme kant maa ogsaa det sammenstuvende sidetryk være kommet. Muligens staar foldernes dannelse



Profil fra Bygdø til Tyveholmen.

i Kristianiatrakten i forbindelse med de mægtige granitudbrud i Røken og andre steder i Kristianiatrakten; men da berglagenes foldning er et almindeligt træk gjennem hele landet og foldningsaksens retning gjennemgaaende den samme, turde den kanske med større sandsynlighed være at opfatte som virkninger fremkommet under dannelsen af den norske fjeldkjæde.

Kristiania eruptivbergarter.

Medens silurlagene og andre lagdelte bergarter er opstaaet ved sedimentafsætning paa havbunden, er de masseformige bergarter som granit, syenit og grønsten af eruptiv natur, dannede af smeltemasser (magma), der er brudt frem fra dybet.

Om hele jordens indre er af flydende indhold, eller om der kun findes visse basiner med flydende magma, hersker der endnu forskjellige meninger. Den ting, at der paa enkelte steder af jorden f. ex. i Kristianiatrakten findes bergarter, hvis kemiske og mineralogiske sammensætning adskiller dem fra enhver anden hidtil bekjendt forekomst, synes at tyde paa, at de maa skrive sig fra et indskrænket basin og ikke fra et fælles jordindre, for da maatte efter al sandsynlighed de samme bergarter ogsaa optræde paa andre steder.

De eruptive bergarters fremtrængen har i nutiden sin parallel i vulkanerne, og ligesom der ved disse foregaar udbrud til forskjellige tider, saaledes har ogsaa de ældre eruptivmassers udbrud været af forskjellig dato og foregaaet under forskjellige ydre omstændigheder. Gjennem mere eller mindre udprægede spalter har den flydende magma brudt frem til jordskorpens ydre lag, hvor den dels har banet sig vei mellem silurlagene (intrusive gange eller masser), dels flydt ud over spalternes rand og dannet dækker



En bostonitgang (a) **gjennemsættende Ampyxkalken i Uranienborgveien.**
(Efter fotografi af forfatteren).

(dagbergarter) eller ogsaa allerede standset og stivnet i dybet, før den naaet frem til selve overfladen (dybbergarter). Ved afkjølingen har de forskjellige kemiske bestanddele udkrystalliseret, og den flydende masse er derved gaaet over i fast form.

De forholde, hvorunder denne krystallisation er foregaaet, viser sig i bergarternes struktur, og efter denne inddeles eruptiverne i *dybbergarter* med krystallinsk kornig struktur, dannet ved langsom afkjøling paa et større eller mindre dyb under overfladen, og *dagbergarter* med porfyrisk struktur, dannet ved hurtig afkjøling i overfladen. Som en tredie gruppe har man opstillet *gangberg-*

arter, der dels har kornig dels porfyrisk struktur. Gangbergarterne har imidlertid kun sjelden en selvstændig optræden; i almindelighed staar de i forbindelse med en af de ovenfor nævnte typer, og det skulde derfor kun være de bergarter, som man alene kjendet fra gange, der skulde kunne henføres til de ægte gangbergarter.

Af en og samme magma kan naturligvis dannes baade dybbergarter, dagbergarter og gangbergarter; men det er dog kun undtagelsesvis, at man er istand til at eftervise den indbyrdes forbindelse mellem de forskjellige eruptiver og forene dem til sammenhørende udbrudsserier. Dette er dog lykkedes Brøgger for eruptiverne i trakten mellem Mjøsen og Langesundsfjorden. Han har her paavist først to hovedrækker, en ældre, væsentlig bestaaende af porfyrer, syeniter, graniter og dertil hørende gangbergarter, og en yngre bestaaende af diabaser og proterobaser.

I den ældre hovedrække har han igjen adskilt 6 forskjellige udbrudsserier, hver med sin hovedmasse, grænsedannelser og gangbergarter. I den kemiske sammensætning har han i disse seriers bergarter fundet en vis lovmæssighed, nemlig en tiltagende kiselsyregehalt, idet de ældste er de mest basiske med en kiselsyregehalt af ca. 45—60 %, de yngste er surere med indtil 77 % kiselsyre. Dette forhold forklarer han ved antagelsen af en udskillen (differentiation) i den oprindelige magma, idet de basiske bestandele er trængt hen til magmabasinets ydre dele og altsaa først faaet anledning til gjennem sprækker at trænge ud. Efterhvert som nye udbrud har foregaaet, har de mere centrale og surere masser brudt frem.

Den yngre hovedrækkes bergarter, diabaserne, er igjen basiske bergarter med en kiselsyregehalt af 46—49 %.

De i Kristiania by forekommende eruptivbergarter bestaar udelukkende af gange og mindre intrusivmasser; af disse har man en hel del repræsentanter for de to hovedrækker, hvorimod alle den ældre rækkes underafdelinger naturligvis paa langt nær ikke findes repræsenteret.

Den ældre og den yngre rækkes gange adskiller sig foruden i petrografisk henseende delvis ogsaa i den maade, hvorpaa de

optræder, idet de ældre gange har et uregelmæssigt løb og viser en tilbøielighed til at trænge ind mellem silurlagene, medens den yngre række, diabaserne, danner regelmæssige spaltegange med omtrent parallelt løb i retningen N—S til NNV—SSO.

Disse diabasganges retning anviser et bestemt spaltesystem i jordskorpen, der maa have dannet sig efter de ældre ganges frembrud.

Den ældre rækkes gange

i Kristiania kan for oversigtens skyld inddeles i:

1. Mindre intrusive gange.
2. Større intrusive gange og gangmasser.
3. Uregelmæssige spaltegange.

Ved denne inddeling er ogsaa aldersforholdet i det store og hele, forsaavidt det fortiden er muligt, taget i betragtning, idet rækkefølgen er fra ældre til yngre.

Til de mindre intrusive gange, der udmærker sig ved, at de kiler sig ind mellem lagene parallelt strøgsretningen, hører *bostoniterne*. Til disse kan henføres en mindre gang syd for jernbaneskjæringen mellem Munkedamsveien og Ruseløkveien. Den er af middels tæthed, fattig paa indsprængninger, lysgrøn af farve med aflange hulrum, fyldt af kalkspat; forvitringshuden har et eiendommeligt udseende af graalig til svagt rødlig farve. Mikroskopisk viser indsprængningerne sig at bestaa af plagioklas omgivet af orthoklas; grundmassen er væsentlig dannet af divergentstraalige lister af en sur plagioklas. Som underordnede bestanddele forekommer klorit, kalkspat, svovlkis og leukoxen.

Den gjennemsættes saavel af rhombeporfyren som af yngre diabaser.

Til samme type hører gangen ved Skarpsno og en liden gang ved Huk, der gjennemsætter etage 4 a α; et par enkelte forekomster i enden af Cort Adlers gade og vest for »Nordishavet« synes ogsaa at kunne henføres hertil. Nærbeslægtede er fremdeles nogle mindre gange paa Rodeløkken, nemlig i Fjeldgaden 36

og Gøteborgsgaden 45; ligesaa i Stockholmsgaden vest for Sorgenfri, her gjennemsat af rhombeporfyr og en mindre forekomst nord for Dælenenggaden.

En mere betydelig gang tilhørende denne type kan følges fra Roligheden ved Fearnleys gade til Moløkken ved Sagene.

Optrædende paa samme vis, men petrografisk forskjellig ved tættere grundmasse og ofte af mørk farve er gangen mellem Frihedslyst og Gimle [1]), med hvem et par smaa gange ved Uranienborgs kirke synes beslægtet. En mindre forekomst i Rosenborggaden 52 turde muligens ogsaa henføres hid; den viser dog tillige adskillig lighed med Osloporfyren.

Endelig kan nævnes en ca. 4 m. mægtig gang, der gjennemsætter grundfjeldet ved Karlsborg ved den nye Kongsvei; den er rødligviolet af farve og viser sig mikroskopisk at bestaa hovedsagelig af feldspat og kvarts samt enkelte kloritskjæl; den viser ogsaa slægtskab med Osloporfyren.

I forbindelse med denne ældre gruppe af mindre gangbergarter kan ogsaa nævnes endel smaa gange af en graalig eller grønlig *diabaslignende* bergart, der mikroskopisk viser sig stærkt omvandlet. Paa vestsiden af Akershus fæstning i nærheden af Piperviksbryggen sætter en saadan gang gjennem grundfjeldet og alunskiferen, langs hvis skikter den sender apofyser; men sætter derimod ikke gjennem den overliggende Osloporfyr og synes altsaa at være ældre end denne. (Se profilet pag. 8).

I Oslo og udover mod Grønlien optræder saadanne gange paa flere steder; særlig kan de sees syd for Gravergaden 1 og i tomten for det gamle alunverk syd for Gravergaden 7. De viser sig her sjelden som tydelige gange, men ligner nærmest indvalsede masser i alunskiferen; de synes altsaa at have deltaget i den store forkastning langs Ekebergs nordrand. Ogsaa i alunskiferen i den centrale del af byen ser man hyppigt under gravning af hustomte saadanne smaa sværmende, snart liggende snart gjennemsættende gange af lysgraa farve.

[1]) N. for Gimle fører denne gang mindre brudstykker, der ligner graa granit.

Fremdeles synes en del af de som spaltegange optrædende diabaser og proterobaser at tilhøre den ældre serie; dette er saaledes tilfældet med proterobasgangen, der fra Heibergs løkke ved Tøien sætter nordover til Boecks gade, hvor den gjennemsættes af en glimmersyenitporfyr og altsaa maa være ældre end denne. Hverken makroskopisk eller mikroskopisk kan imidlertid disse ældre proterobaser adskilles fra de, der tilhører den yngste hoved-



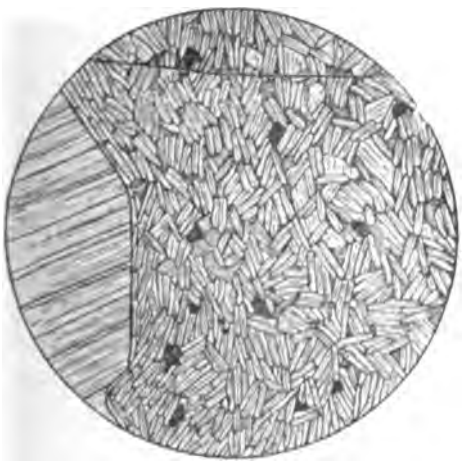
Osloporfyr. Fra begyndelsen af Kongsveien.
(Efter fotografi af forfatteren).

rækkes bergarter, og det er derfor kun naar de kommer i berørelse med andre gange, hvis alder man kjender, at de med sikkerhed kan udskilles.

Til de større intrusive gange og gangmasser kan henføres den saakaldte *Osloporfyr* (ogsaa tidligere kaldet oligoklasporfyr, euritporfyr eller felsitporfyr).

Den optræder dels som større masser langs forkastningsspalter udsendende apofyser langs silurlagenes skikter dels som mindre, uregelmæssige, intrusive gange.

Under mikroskopet viser den sig at bestaa hovedsagelig af feldspat og kvarts; accessorisk optræder undertiden enkelte korn af zirkon; som hyppige sønderdelingsprodukter forekommer klorit, kalkspat og tildels skjæl af kaliglimmer samt en masse fine støvlignende korn, der synes at være titanit; svovlkis optræder ogsaa temmelig hyppigt. Indsprængningerne bestaar af oligoklas eller mikropertit. Grundmassen viser en trachytisk struktur [1]).



Mikroskopisk billede af Osloporfyr fra Tøiengaden. ($^1/_{40}$).

Tilvenstre sees en del af en større feldspatindsprængning. Grundmassen bestaar af feldspatlister, kvarts (prikket), klorit (korsvis streget), svovlkis (sort).

Den optræder i almindelighed under to forskjellige former, en sur og en mere basisk. Den første er i frisk tilstand svagt lysblaalig, men blir ved forvitring rødlig indtil kjødfarvet; den indeholder hyppige feldspatindsprængninger og er oftest rig paa kvarts. Den sidste er graa af farve, og feldspatindsprængningerne mangler eller er mindre tydelige, derimod kan man ofte opdage en masse fine feldspatnaale; denne form er gjerne rigere paa svovlkis og saa kalkholdig, at den ofte bruser for syre; den er mere basisk end den lyse varietet; synlig kvarts forekommer sjelden. Disse to former

[1]) Kemisk analyse af oligoklasporfyr fra Akershus anføres af Kjerulf i Das Christiania-Silurbecken, pag. 9.

blir efter Brøggers opfatning at betragte som komplimentære bergarter opstaaet ved differentiation af samme magma.

Osloporfyren er særlig kjendt fra tre større forekomster i Kristiania, nemlig fra Akershus fæstning, Oslo og Enerhaugen.

Paa Akershus optræder den paa vestsiden som en intrusiv gangmasse mellem alunskifer; den basiske form er paa dette sted mindre udpræget; men man kan dog adskille en lysere og en mere graalig varietet, gjerne i vexlende bænke. Ogsaa paa Vippetangen og nordover mod byens nuværende festivitetslokale (Logen) stikker Osloporfyren frem hist og her; paa Vippetangen sees ogsaa den basiske form vel udviklet[1]); fra Logens tomt haves haandstykker paa mineralkabinettet fra Kjerulfs dage.

Den anden større forekomst er langs Ekebergs nordrand fra Grønlien østover til Ryenbergveien 49, paa det østligste stykke med en del afbrydelser. Den optræder her gangformig langs den store forkastningsspalte, men lægger sig paa enkelte steder leieformigt over alunskiferen, af hvilke den tillige indeholder større eller mindre partier. Sin største mægtighed opnaar Osloporfyren ved begyndelsen af Liabroveien, hvor den har en bredde af ca. 80 m. Baade den sure og den basiske varietet optræder her; men den sure er ogsaa paa dette sted den overveiende. Med hensyn til aldersforholdet mellem disse to former kan anføres, at strax paa sydsiden af Liabroveien 28 indeholder den basiske form brudstykker af den sure. Omvendt sees i nærheden af bysten no. 17 den basiske gjennemsat af den sure. En lignende iagttagelse er gjort af dr. Reusch ved alunverket (paa det sted, hvor Liabroveien svinger).

Den tredje større forekomst er Enerhaugen, hvor den fra Grønlands kirke strækker sig nordover til Tøiens folkeskole; bedst kan den studeres ved stenbruddet i Tøiengaden 25. Her viser sig ogsaa vexlende bænke af den sure og den basiske form; den

[1]) I profilet fra Akershus i Kjerulf: Ueber die Geol. des südl. Norwegens, pag. 273, er indtegnet en trapp eller diabas, der neppe kan være andet end den basiske form af selve oligoklasporfyren.

sidste sees her, dels som brudstykker i den første, dels ser man, at den lyse, sure varietet gjennemsætter den basiske, der først maa have trængt frem og blit liggende i bænke mellem tynde lag af alunskifer. Som regel kan man derfor sige, at den basiske form er den ældste; men at de staar i nær forbindelse med hinanden, viser blandt andet forholdet ved Liabroveien 28.

Foruden paa de nævnte tre steder, hvor Osloporfyren optræder med en vis mægtighed, findes den ogsaa som mindre gange og partier paa enkelte andre steder. Den stikker saaledes frem i Loelven i nærheden af St. Halvards plads; den sure form nordligst, den basiske lidt søndenfor; de viser sig ikke her i direkte berøring med hinanden. En noget større gang sætter op gjennem en forkastningsspalte ved Gøteborgsgaden paa Rodeløkken; den kiler sig ud mod nord. Bergarten er her staalgraa af farve, mindre tæt end den vanlige lyse form og fattig paa indsprængninger. En form af den basiske varietet optræder i det samme strøg lidt nordenfor Dælenenggaden.

I Fredensborgveien 72, Damstrædet og Kroken, Lille Grænsegade 4 og Bakkegaden 11 optræder ogsaa mindre intrusive gange af den lyse Osloporfyr; ligesaa paa Tyveholmen, hvor den blir gjennemsat af rhombeporfyren.

Hvorvidt de i det foregaaende nævnte graa diabaslignende gange, der optræder sammen med alunskifer paa Akershus vestside, i de centrale bydele og i Oslo, staar i nogen forbindelse med Osloporfyrens basiske form, kan fortiden ikke afgjøres; strukturen viser sig ialfald noget forskjellig.

Til de uregelmæssige spaltegange kan rhombeporfyren, den yngre rhombeporfyr fra Natmandshaugen, Lindøiten og glimmersyenitporfyrerne henføres.

Rhombeporfyren [1]) er paa grund af sine store rhombiske feldspatindsprængninger en af de lettest kjendelige gangbergarter i Kristianiatrakten. I frisk tilstand er saavel grundmassen

[1]) Se Brøgger: Etage 2 und 3, pag. 290—308, Brøgger: Die Mineralien der südnorweg. Syenitpegmatitgänge, pag. 36, Brøgger: Geol. kart over øerne ved Kristiania.

som indsprængningerne mørk af farve. Paa forvitret flade træder derimod de lyse feldspatindsprængninger skarpt frem mod den mørke eller undertiden rødlige grundmasse. Indsprængningerne bestaar ifølge Brøggers undersøgelse af anorthoklas (natronmikroklin Brøgger); de rhombiske tversnit fremkommer ved udvikling af krystalfladerne ∞P og $2 P \infty$. Den finkornige grundmasse be-



Rhombeporfyr fra Tyveholmen. (Efter fotografi af forfatteren).

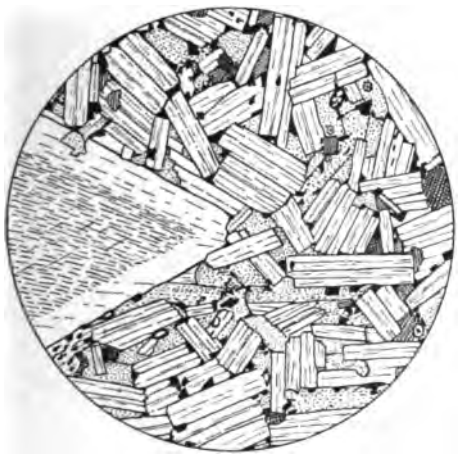
staar overveiende af feldspat (orthoklas i rektangulære snit), augit og biotit; desuden apatitnaale og magnetkis.

Rhombeporfyren er altsaa en augitsyenitporfyr svarende ifølge Brøgger til en af de i Voxenaasen optrædende masseformige bergarter og tilhørende samme udbrudsserie som augitsyeniten ved Larvik.

I Kristiania optræder et par temmelig mægtige gange af denne bergart foruden nogle mindre spredte forekomster.

De er gjennemgaaende spaltegange, men kan undertiden for et kort stykke følge lagene (ex. ved det astronomiske observatorium)

og paa enkelte steder vise antydning til at udbrede sig dækkeformet (Tyveholmen). Gangenes løb er forøvrigt høist uregelmæssigt dels paa grund af bugtninger dels paa grund af større eller mindre afbrud, der ligner forkastninger. Dette er især tilfældet med den mest bekjendte af disse gange — den, der fra øerne sætter over Kavringen til Akershus fæstning og derfra til Tyveholmen, hvor den sætter nordover til jernbaneskjæringen, træffes igjen i Munkedamsveien 75, hvorfra den kan følges gjennem den vestlige del af observatoriets have til vestgrænsen af eien-



Mikroskopisk billede af rhombeporfyren fra Tyveholmen. ($^1/_{24}$).

Tilvenstre sees en del af en feldspatindsprængning. Grundmassen bestaar af rektangulære feldspatlister, pyroxen (prikket), glimmer (tæt streget), klorit (korsvis streget), olivin (tyk sort kant), apatit (x) og magnetit (sort).

dommen Petersborg (Drammensveien 44); den dukker igjen op vest for Skillebæk og følges derpaa omtrent fortløbende til lille Frogner; stikker derefter frem paa flere steder længer nord til den ved øvre Frognerdam naar bygrænsen. Mægtigheden varierer fra 10 til 15 m.

Forbinder man de enkelte forekomster, faar man frem en sterkt bugtet linje, der ikke synes helt naturlig, naar man erindrer, at det nærmest er en spaltegang, man har for sig; alt tyder dog paa, at de forskjellige her forbundne forekomster tilhører samme gang, og spørsmaalet vil derfor dreie sig om, hvorvidt bugtningerne

er oprindelige eller fremkomne ved senere forkastninger; det sidste tør ansees mest sandsynligt; rhombeporfyren maa have deltaget ialfald i de sidste trin af silurlagenes foldningsproces.

En anden endnu mægtigere rhombeporfyrgang gaar over Ekeberg og bare saavidt berører bygrænsen mellem bystenene no. 23 og 24; den har her en mægtighed af ca. 20 m. Den slutter pludselig op ved Ekeberg-forkastningen og har trods ivrig eftersøgning ikke været at finde igjen inden den tilgrænsende del af byens territorium. Da rhombeporfyren er af de bergarter, der ikke pleier at skjule sig, og da terrænet i de tilgrænsende dele ikke er dækket i nogen særlig grad, synes det være temmeligt sikkert, at rhombeporfyrgangen virkelig slutter her ved bygrænsen, og at den altsaa viser sig at være ældre end det sidste trin i Ekebergforkastningen.

Nogle mindre rhombeporfyrgange har jeg truffet paa i de østre bydele. Den betydeligste af disse er en ca. 3 m. mægtig gang sydost for Tøienhaven, nord for Heibergs løkke; dens retning er omtrent NOlig.

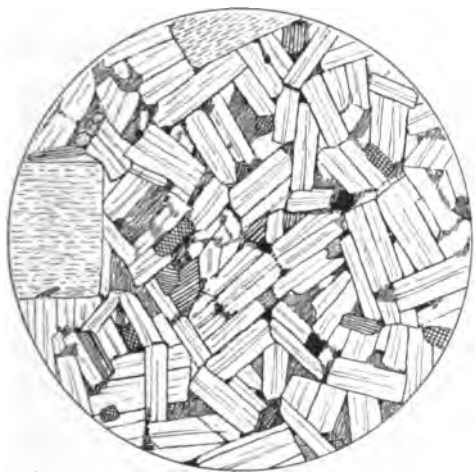
En endnu ubetydeligere gang stikker saavidt frem strax udenfor bygrænsen ved Holmboes løkke; den har en ONOlig retning.

Et par mindre gange findes længer nord; en paa ca. 1 m.s mægtighed stikker frem paa sydsiden af Frydenbergveien lige i bygrænsen; dens retning er østlig. Søndenfor Thorshaug i den opstukne Stockholmsgade, NV for Sorgenfri, findes ogsaa en 2—3 m. mægtig gang, der gaar i NOlig retning; den gjennemsætter her en af de ældre intrusivgange.

Den yngre rhombeporfyr eller *Natmandhaugiten* fra Tyveholmen og Natmandshaugen viser sig i mineralogisk henseende nærbeslægtet med den vanlige rhombeporfyr; den fører nemlig samme feldspat og undertiden i sparsom mængde ogsaa augit; derimod adskiller den sig fra rhombeporfyren ved sin rigdom paa en grøn arfvedsonitlignende hornblende. Ogsaa makroskopisk har den nogen lighed med rhombeporfyrens grundmasse, men mangler

de rhombiske indsprængninger, er desuden mere graalig af farve og antar derfor gjerne et diabaslignende udseende.

Fra Rambergø, Græsholmen og Lindøens NO spidse[1]) sætter denne gang over til Tyveholmen, hvor den gjennemsætter rhombeporfyren, og kan herfra følges med større og mindre afbrydelser over Natmandshaugen til vestre Akers kirke. Ved Pilestrædet 89 gjennemsætter den en ældre intrusivgang, men blir selv mellem Pilestrædet 88 og Steens gade gjennemsat af en glimmersyenitporfyr.



Mikroskopisk billede af den yngre rhombeporfyr fra Natmandshaugen. ($^1/_{25}$).

Tilvenstre sees et par større feldspatindsprængninger. Grundmassen bestaar af feldspat (lys), hornblende (tykt streget), pyroxen (korsvis streget), klorit (fint streget), magnetit (sort), apatit (prikket).

Dens løb er ligesom rhombeporfyrens i høi grad bugtet, idet den snart overskjærer silurlagene snart følger disse over længere strækninger.

Gangens mægtighed varierer fra 4 til 10 m.

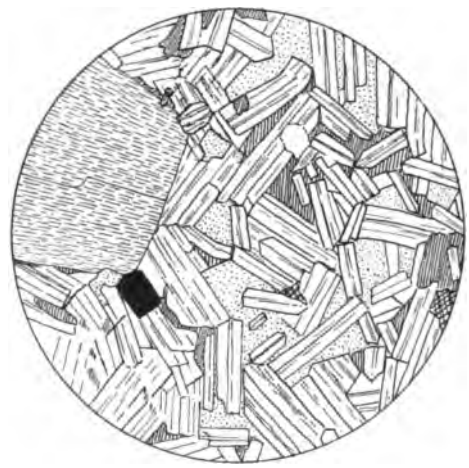
I Natmandshaugen har den sin største mægtighed, og efter denne lokalitet har jeg i mine dagbøger benævnt den *Natmandhaugit*.

---

[1]) Af Brøgger benævnes den »syenitporfyrit« i Geol. kart over øerne ved Kristiania. Nyt Mag. f. Nat. XXXI pag. 170—171.

Skjønt den viser adskillig slægtskab med rhombeporfyren, er den dog baade makroskopisk og mikroskopisk saa forskjellig fra denne, at den vel kunde fortjene sit eget navn som en lokal type.

Som ***Lindøit*** har Brøgger betegnet en egen type af de mere eller mindre finkornige, ofte kvartsførende syenitporfyrer eller mikrosyeniter[1]), der optræder paa øerne ved Kristiania (Lindøen) og i de vestre bydele. I frisk tilstand er den lysgraa, undertiden fint grønprikket, mere eller mindre rig paa lyse feldspatindsprængninger



Mikroskopisk billede af Lindøit fra Frognerveien ved Fjeldstuen. ($^1/_{40}$).

Tilvenstre en større feldspatindsprængning. Grundmassen bestaaende af rektangulære feldspatlister (lyse), kvarts (prikket), klorit (streget), svovlkis (sort), kalkspat (korsvis streget).

og isprængt en masse svovlkiskorn; forvitret er den gulbrun af farve, sterkt opsprukken og med ru overflade.

Mikroskopisk viser den sig at bestaa overveiende af feldspat og kvarts; feldspatindsprængningerne er gjerne mikropertit; grundmassen viser aflange rektangulære feldspatlister med kvarts som mellemmasse; strukturen nærmest trachytisk; som indeslutninger i

[1]) Se Brøgger: Geol. kart over øerne ved Kristiania. Nyt Mag. f. Nat. B 31 pag. 169—170, og Brøgger: Die Gesteine der Grorudit-Tinguait-Serie M.-N. Kl. 1894, no. 4, pag. 131 og 135.

kvartsen ser man undertiden smaa naale, som Brøgger tyder som omvandlet ægerin; desuden forekommer zirkon (?), klorit, svovlkis og kalkspat.

Den største af de herhen hørende gange i Kristiania sætter fra Lindøen over til lille Brandskjær, stikker frem ved Drammensveien no. 70, sætter herfra til Frognæs, hvor den i Heftys gade sees at sende flere udløbere; en sætter opover til Gimle; bergarten er i denne tættere og fattigere paa indsprængninger. Hovedgangen fortsætter til Elisenbergveien, stikker frem i Frognergaden 17, og idet den udvider sig til større mægtighed, sætter den over Kristinelund til bygrænsen. Den løber omtrent parallelt med proterobasgangene fra store Brandskjær, af hvem den paa flere steder gjennemsættes; selv gjennemsætter den i Heftys gade en tæt varietet af de ældre intrusivgange (bostonit).

En anden gang af denne bergart viser sig ved Munkedamsveien 81, hvorfra den fortsætter til øvre Hjortnæs, men synes her at ophøre, hvorimod den stikker frem ca. 60 m. østligere paa observatoriets grund lige ved Petersborg; derfra sætter den over Frognerveien no. 1, hvor den i Skogveien ved Bellevue har en udløber, til Briskeby (Harbitz gade) og videre til Prof. Dahls gade ved Frogner skole; videre kan den ikke følges paa byens grund; en ca. 8 m. mægtig gang, der gaar parallelt lagene ved øvre Frognerdam, turde dog kanske være en udløber fra denne gangs fortsættelse mod nord.

En tredje gang eller muligens en udløber fra Briskebygangen optræder i den nordre sving af Haxthausens gade, hvor den gjennemsætter rhombeporfyren, samt strax syd for hovedbygningen paa lille Frogner og i Tidemandsgaden no. 24.

Disse gange viser sig i det store og hele som uregelmæssige spaltegange, men sender ofte udløbere dels parallelt silurlagene dels skjærende disse.

Petrografisk har de noget tilfælles navnlig i struktur med Osloporfyren, men adskiller sig dog tydelig fra denne baade ved sit makroskopiske udseende og ved at optræde som mere eller mindre sammenhængende spaltegange. Da den fremdeles gjennem-

sætter rhombeporfyren i Haxthausens gade, maa den være betydelig yngre end Osloporfyren og i alder nærme sig glimmersyenitporfyrerne eller af masseformige bergarter Nordmarkiten [1]).

I de nordøstre bydele forekommer en del forholdsvis mægtige *glimmersyenitporfyrgange*. Indenfor byens grænser optræder de temmelig sporadisk, saa de enkelte forekomster viser sig vanskelige at forbinde til sammenhængende gange. Deres retning synes i regelen være ost-vestlig, altsaa omtrent sammenfaldende med forkastningen langs Ekebergs nordrand. I frisk tilstand er de



Mikroskopisk billede af glimmersyenitporfyr fra nedre Torshaug. ($^1/_{40}$).

Foruden de større feldspatindsprængninger sees glimmer (tætstreget), klorit (korsvis streget) og en grundmasse bestaaende af feldspat (lys) og kvarts (prikket).

blaagraa af farve; forvitret rødlige. Grænserne og midten af de større gange viser sig betydelig forskjellige saavel i struktur som i kemisk indhold [2]).

---

[1]) Efterat mine undersøgelser i Kristiania by var afsluttede, fortsatte jeg i nogle uger høsten 1894 kartlægningen i Vestre Aker; herunder paatraf jeg den af Brøgger beskrevne gang ved Frøen, der tydelig viser slægtskabet mellem Lindøiten og Groruditen. Se Brøgger: Die Gesteine der Grorudit-Tinguait-Serie M.-N. Kl. 1894, no. 4, pag. 136.

[2]) Se Brøgger: Die Mineralien etc. pag. 63—65.

En af de største af disse gange sætter fra lille Tøien gjennem haven paa Bellevue; en forlængelse af denne gang var ifølge Reusch for en del aar siden synlig i Blytts gade.

Lidt nordenfor ved Boecks gade i nærheden af Trondhjemsveien træffes en anden forekomst; denne viser her det uventede forhold at gjennemsætte den tidligere omtalte proterobasgang, som man ellers baade ifølge sit udseende og maade at optræde paa vilde have henført til den yngste række af Kristianiaeruptiverne.

Syd for Frydenbergveien sætter et par større gange ind til bygrænsen ved bysten 48; lige i nærheden findes en mindre, finkornet gang, der i nordlig retning delvis kiler sig ind mellem lagene; den minder i sit udseende om Lindøiten, men er sandsynligvis kun en apofyse af de nævnte større glimmersyenitporfyrgange; disse har muligens sin fortsættelse i forekomsterne ved Tromsøgaden 4 og Fjeldgaden ved Dælenenggaden.

Paa Sorgenfri ved Trondhjemsveien forekommer en lidt rødlig varietet af disse gange; som dens fortsættelse kan man anse en mindre gang i den opstukne Rosenhofgade. Denne gang ved Sorgenfri gjennemsætter lige ved Trondhjemsveien en mindre orthofyrisk gang, der kiler sig ind mellem lagene.

En større gang gaar fra Raschs løkke til nedre Thorshaug. Ogsaa nord for Thorshaug sees flere isolerede forekomster, der tilhører glimmersyenitporfyrerne. Samme slags gange træffes fremdeles ved Aasen gade og Sandakerbakken og videre paa flere steder langs Akerselven som spredte forekomster.

Paa vestsiden af Akerselven møder man en lignende gang ved diakonisseanstalten Lovisenberg; lige ved Løkeberg blir den gjennemsat af en større diabasgang. Denne gang, der muligens turde staa i forbindelse med Thorshauggangen, kan mod vest forbindes med en mindre i Ullevoldsveien ved Theresegaden, hvorfra den fortsætter videre til Wolffs gade, idet den paa sin vei gjennemsætter Natmandhaugiten mellem Steens gade og Pilestrædet 88. Paa dette sted viser sig ogsaa en orthofyrisk varietet, der i udseende paa den ene side minder om rhombeporfyrerne paa den anden side om glimmersyenitporfyren paa Bygdø, med hvem den

nærmest maa være beslægtet. Denne varietet tar en anden retning over Pilestrædet 90, stikker saavidt frem paa jordet ret over for Fagerborggaden 48 og turde videre kunne forbindes med en større gang, der kan sees ved veien mellem øvre og nedre Blindern udenfor bygrænsen.

Blandt disse forskjellige gange kunde man naturligvis udskille forskjellige typer; enkelte f. ex. gangen i Boecks gade og ved nedre Thorshaug er rige paa glimmer; hos de fleste andre er derimod glimmeren omvandlet til klorit; fremdeles er strukturen ofte noget varierende. Men i det store og hele kan de i Kristiania optrædende gange af denne bergart henføres til samme type. Noget forskjellig synes den være fra Bygdøtypen; men om denne forskjel er af nogen væsentlig betydning turde være tvivlsomt.

Glimmersyenitporfyrerne slutter sig ifølge Brøgger til Nordmarkiterne eller de røde kvartssyeniter i Nordmarken.

Den yngre rækkes gangbergarter [1])

udmærker sig ved at optræde som spaltegange med temmelig retlinjet løb, hvis retning falder mellem N—S og NNV—SSO. Man træffer ikke her den mangfoldighed af typer som blandt de ældre gange; de hører alle til diabasgruppen, dels normale diabaser med rigelig pyroxen eller glimmerførende diabaser og diabasporfyriter, dels proterobaser med brun hornblende eller proterobasporfyriter med store krystaller af plagioklas.

Endelig har man en gruppe, hvortil de fleste af de mindre gange hører, nemlig de, der viser sig saa sterkt omvandlede, at man foruden feldspat, apatit og jernerts kun opdager sønderdelingsprodukter, hvoraf de hyppigste er kalkspat og klorit. Makroskopisk er disse forskjellige typer ofte vanskelige at adskille; som fællesnavn

[1]) Se Brøgger: Die Etage 2 u. 3, pag. 311, og Brøgger: Die Miner., pag. 79.

har man fra ældre tider anvendt navnet »grønsten« paa grund af deres grønlige farve.

Antallet af disse diabasgange er særlig i den vestre bydel meget stort; mellem Akerselven og bygrænsen i vest er ikke mindre end henved 30 gange afmærket paa kartet; men paa grund af bedækningen er naturligvis ikke paa langt nær alle komne med. Mægtigheden af de enkelte gange er derimod mindre betydelig; de flestes falder mellem 1 og 2 m.; kun sjelden naar den op til 6 m.

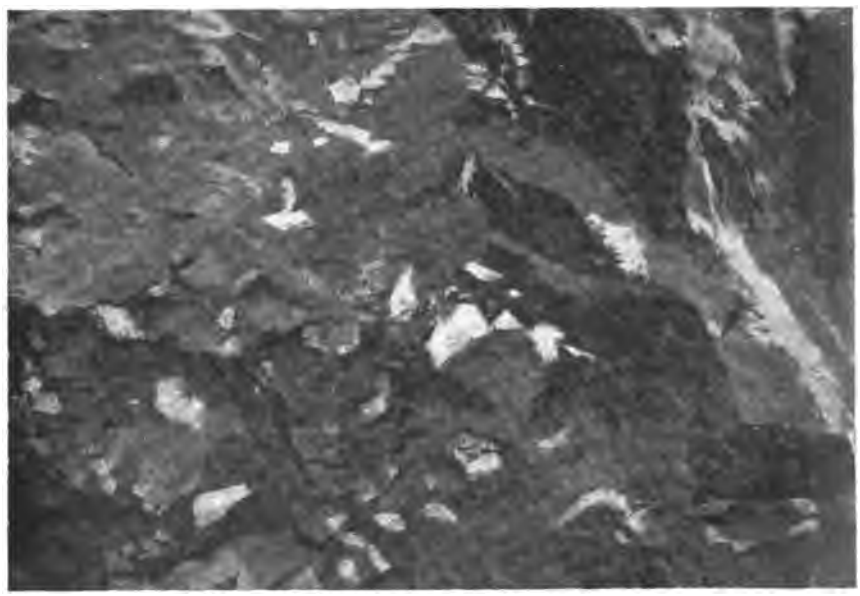
Til de ***normale diabaser*** hører f. ex. gangen, der gjennemsætter Lindøiten i Harbitz gade, Balkeby, den forholdsvis mægtige gang, der stikker frem nord for Rosenborggaden 14 og ved Solitude ved Fagerborggaden, gangen fra Hammersborg, der over Krist kirkegaard sætter over til det Ankerske vaisenhus og videre opover mod Gjetemyrsveien ved Nordre gravlund, videre et par gange i Oslo, en ved Bagerengveien 25 og en ved Snedkerstuen, bysten 31.

Til de ***glimmerførende diabaser*** hører den lille gang ved Frognerelven, NV for Kristinelund; gangen, der fra Heftys gade gaar over Gimle til Erindringen ved Elisenbergveien; en af gangene i Landstads gade ved Uranienborgs kirke; gangen i Neubergs gade 15; en af gangene ved Framnæs ved Drammensveien; gangen ved Aamots bad paa vestsiden af Akershus fæstning; den forholdsvis mægtige gang syd for Liabroveien 24; gangen ved Svenengens teglverk, der fortsætter til Galgeberg; en mulig forlængelse af denne gang er forekomsterne ved Vaagehalsen (Akerselven) og i den opstukne Thurmanns gade (ved bækken syd for Dannevig); glimmerførende er ogsaa forekomsterne ved Trondhjemsveien 47 og nord for Rasch's løkke ved bysten 51.

Til ***proterobaserne*** eller ***proterobasporfyriterne*** hører de to gange, der fra Brandskjærene sætter nordover til Smedstuen og videre til Tørtberg udenfor bygrænsen [1]), gangen, der gaar fra Akers mekaniske verksted over jernbaneskjæringen ved Munke-

[1]) Beskrevet af Möhl.

damsveien forbi Uranienborgs kirke, gangen i Wergelandsgrotten, gangen øst for Gamle Akers kirke, gangene i Loelven næsten ved bygrænsen; nærbeslægtede og muligens tilhørende samme gang er forekomsterne i Urskogs gade 6, Kampens gade 12 og i Akerselven ved Graah's spinderi. Gangen, der gjennemsætter rhombeporfyren ved øvre Frognerdam, turde maaske ogsaa henføres hid, skjønt det er tvivlsomt, hvorvidt hornblenden er oprindelig eller kun et omvandlingsprodukt af pyroxen.



Lyse brudstykker i diabasgangen ved Løkeberg.
(Efter fotografi af forfatteren).

De øvrige afsatte gange tilhører gruppen af omvandlede diabaser; hverken pyroxen eller hornblende sees bevaret; i det høieste kan man hos enkelte undertiden opdage skjæl af biotit.

Det indbyrdes aldersforhold mellem disse typer træder intetsteds frem paa kartet. Diabasgangenes retning er gjerne saa parallelle, at det er sjelden man har anledning at se to af disse gange skjære hinanden.

Dybbergarter eller intrusivmasser svarende til disse yngste gangbergarter kjender man fortiden ikke.

Enkelte af diabasgangene fører brudstykker af andre bergarter, der maa skrive sig fra sidestenen i de dybere dele af den spalte, hvorigjennem diabaserne er trængt frem. Den mest bekjendte af disse brudstykkeførende grønstensgange er gangen ved Sindsen strax udenfor bygrænsen[1]); en lignende gang optræder paa Krist kirkegaard og ved Løkeberg i nærheden af diakonisseanstalten Lovisenberg; de to sidstnævnte maa dog ansees som samme gang. Brudstykkerne bestaar af gneis og andre krystallinske skifere ved siden af kvartsit og graa granit. Andre gange fører derimod rødlige brudstykker, der ligner yngre granit; saaledes gangen i Rosenborggade 14, gangen ved Aamots bad paa vestsiden af Akershus fæstning og gangen i Neubergs gade 15; ganske smaa brudstykker eller breccieagtige iblandinger ser man ogsaa i gangen ved Gamle Akers kirke. Ifølge dr. Reusch findes ogsaa brudstykker i diabasgangen ved Briskeby.

Kontaktmetamorfose.

Der, hvor gangene eller eruptivmasserne støder ind til de omgivende sedimentære bergarter, viser disse sig gjerne i mere eller mindre grad hærdede eller omvandlede; det er denne omvandling man betegner som kontaktmetamorfose. De mindre ganges indflydelse paa sidestenen har ialmindelighed været ubetydelig; men allerede ved lidt større gange viser omvandlingen sig langs grænsen ganske iøinefaldende og ved større eruptivmasser blir den tilgrænsende bergart ofte ligetil ukjendelig. Mægtigheden

[1]) Beskreven af Bäckström: Über fremde Gesteinseinschlüsse in einigen Skandinavischen Diabasen. Medd. från Stockholms Högskola no. 108.

af den zone, der viser sig paavirket, er altsaa afhængig af gangenes eller eruptivmassernes størrelse, og forandringen kan paa sine steder spores flere (1,5—2,5) km. fra eruptiverne. Selve grænsen mellem eruptiven og den tilgrænsende bergart er dels ganske skarp og iøinefaldende dels ligesom udvisket og vanskelig at bestemme. Nogen smeltning af sidestenen langs grænsefladen har man ikke iagttaget; men forandringen bestaar i en omkrystallisation af de stoffe, der fandtes i bergarten; der mangler dog heller ikke exempler paa, at nye stoffe maa være tilførte [1]).

Som sædvanlige forandringer ved kontaktmetamorfosen kan nævnes, at renere kalkstene blir forandret til marmor, lerholdige kalkstene til tæt kalkhornfels, sandstene til tæt og haard kvartsit; lerskifer og mergelskifer blir haarde og jaspislignende hornskifre, der antager violette eller blaalige farver og indeholder smaa glimmerskjæl; den bløde alunskifer blir ogsaa fastere og haardere, rig paa svovlkis og undertiden med fine knuder, der gir skiktfladerne et chagreneret udseende. Ogsaa særegne mineraler og kise pleier optræde i saadanne omvandlede bergarter som f. ex. kiastolit hos sterkt omvandlet alunskifer og vesuvian, skapolit, granat o. fl. i omvandlet kalksten.

Kristianiatrakten har helt fra ældre tider været bekjendt som en i særlig grad interessant egn for studiet af kontaktmetamorfosen. Den af eruptiverne frembragte forandring hos silurlagene træder her paa flere steder tydelig frem paa let tilgjængelige punkter, og det har derfor heller ikke manglet paa forskere, der her har hentet vigtige illustrationer for sine theorier [2]).

Inden selve Kristiania by sees kun sjelden sterkt omvandlede lag; tydeligst pleier kontaktmetamorfosen her vise sig i nærheden

---

[1]) Se Brøgger: The basic eruptive rocks of Gran. Quart. Journ. 1894 Val. 1.

[2]) Her kan henpeges paa den bekjendte strid mellem neptunister og vulkanister. De første ansaa de fleste eruptiver (undtagen lavaerne) som omvandlede sedimentære bergarter og de havde netop i kontaktmetamorfosen sit vigtigste vaaben for at bevise overgangen. Denne skole, der hos os havde en fremtrædende repræsentant i prof. Keilhau, har nu kun historisk interesse.

af rhombeporfyrgangene f. ex. paa Tyveholmen, hvor hærdede lag af etage 4 a α og β støder ind til porfyren.

Men i byens omegn, omkring de større eruptivmasser i aaserne mod nord og vest, optræder de kontaktmetamorfoserede silurlag i sin typiske udvikling som hornfels og omvandlede skifere.

Erosionens arbeide.

Blandt de forandringer, jordoverfladen har undergaaet i tidernes løb, spiller foruden foldninger og forkastninger ogsaa erosionen en fremtrædende rolle. I modsætning til foldninger og forkastninger har erosionens arbeide været indskrænket til overfladen, men desuagtet har den for landets nuværende udseende havt en meget væsentlig betydning. Ved de rindende vande og de fremglidende isbræer er ujevnheder glattet og dalsænkninger og fordybninger udgravet i tusindtal. Erosionens arbeide har altsaa fornemmelig bestaaet i bortførelse af materiale og da særlig fra saadanne steder, hvor fjeldgrunden har været mindst modstandsdygtig; dette gjælder for vor egn fornemmelig silurlagene; derfor finder man nu kun restpartier af disse og det gjerne blot paa saadanne steder, hvor de paa grund af forkastninger har sunket dybere i jordskorpen, eller hvor mere modstandsdygtige eruptivmasser har beskyttet dem mod de eroderende kræfter.

Selve silurlagenes dannelsesmateriale og deres ensartede bygning paa de forskjellige steder, hvor de forekommer, viser os, at de ikke kan have været alene smaa lokaldannelser, men at de tvertimod maa have været afsat i et hav af større udstrækning. I nutiden derimod finder vi kun enkelte sparsomme rester hist og her, snart af ældre, snart af yngre alder. Tidligere har altsaa silurlagene dannet et sammenhængende dække over et større omraade;

nu er dette dække paa de fleste steder bortført. Ekebergs platau, hvor nu grundfjeldet er eneraadende, maa altsaa ogsaa i fjerne tider have baaret silurlagenes samlede mægtighed paa sine skuldre. Mægtigheden af siluren med den overhvilende sandstenetage er af Brøgger bestemt til 1000 a 1200 m. Hele denne masse har erosionen skaffet bort, og hvormeget af selve grundfjeldet, der muligens ogsaa er strøget med, har vi intet bestemt begreb om.

I Kristianiadalen har derimod de forholdsvis bløde silurlag sluppet billigere fra det, dels paa grund af den store forkastning langs Ekebergs rand, dels ogsaa paa grund af den beskyttelse, de har modtaget af porfyrdækkerne og de granitiske og syenitiske eruptivmasser, der omgiver Kristianiadalen paa andre kanter.

Selv i Kristiania by har erosionen grebet forskjellig ind; medens saaledes fjeldgrunden i byens periferiske dele hovedsagelig bestaar af lag af etage 4, er disse lag i de centrale dele bortført, saa man her kun har de ældste etager igjen, ja paa selve Akershus fæstning ligger grundfjeldet bart tilskue.

Under hvilken eller hvilke geologiske perioder dette erosionsarbeide er udført, har man vanskeligt for med fuld sikkerhed at kunne udtale sig om; men sikkert er, at en væsentlig del er udført under den sidste store erosionsepoke, *istiden*, da hele landet var dækket af vældige sne- og isbræer; det er denne periodes erosionsarbeide, man bedst kjender, og hvorefter man ser merker den dag idag; men skjønt man ved, at de eroderende kræfter under istiden udførte et betydeligt arbeide, saa kan det dog neppe ha været tilstrækkeligt til det, hvorom her er tale. Man ved desuden, at ogsaa i ældre geologiske tider har erosionen været virksom og muligens optraadt med lige saa stor intensitet som under den sidste istid. Det erosionsarbeide, der har bortført store dele af det sydlige Norges silurlag, kan altsaa være af temmelig gammel dato, ældre end silurlagenes foldning og de postsiluriske eruptivers frembrud kan det imidlertid ikke være; derpaa tyder, som Brøgger har gjort opmerksom paa, blandt andet den maade hvorpaa folderne optræder; det sammenhængende foldningsystem i de lavere etager, især etage 3 og 4, forudsætter en overliggende

masse, som først senere maa have været bortført; hvis ikke dette var tilfældet, maatte man nu have for sig sønderbrudte lag med brustne folder omtrent som man ser opbrudte isflak sammenstuvet af vind og bølger. Desuden finder man, at paa de steder, hvor porfyrdækkerne f. ex. i Kolsaas har beskyttet de underliggende silurlag, ligger disse i folder og bevares helt op til de yngste lag.

Om selve istiden ved man nu, at den ikke har været en enkel sammenhængende kuldeperiode, men at den tvertimod har



Isskuret fjeld ved Karlsborg paa Ekeberg.
(Efter fotografi af forfatteren).

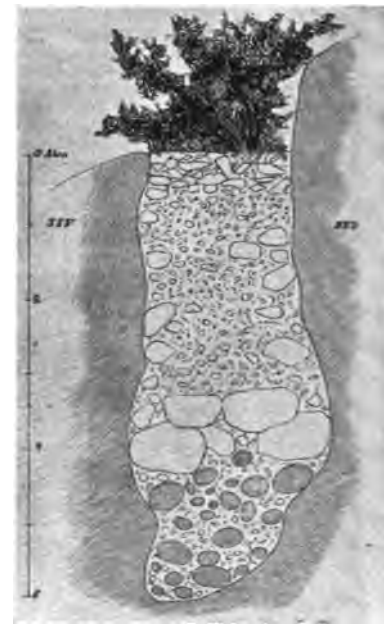
været afbrudt af en eller flere mellemliggende mildere perioder. I vort land er dette paa direkte vei ikke iagttaget, skjønt der vel er flere mærker, der peger i denne retning. Den sidste nedisning har i Norge været saa fremtrædende, at den har udslettet de fleste merker efter de foregaaende isperioder og selv ridset de runer, der fortæller os om den sidste storbræ, der dækkede hele landet.

De fremglidende ismasser har skuret og gravet sig ned i det nøgne fjeld, afslidt de værste forhøininger og fremspring i under-

grunden særlig paa den side, der vendte mod bræbevægelsens retning (stødside og læside), afrundet og glattet de mere modstandsdygtige ujevnheder (roche moutonnée) og ved de ledsagende skurestene sat striber og furer i den haarde fjeldgrund. Disse striber afmærker bevægelsens retning. De er saa almindelige i Kristiania særlig paa steder, der har været beskyttet af løst



Jættegryder ved Kongshavn.
(Efter Brøgger og Reusch).



Tversnit af en jættegryde ved Kongshavn.
(Efter Brøgger og Reusch).

materiale, og fænomenet er saa gammelt og velkjendt, at man ikke længer lægger synderlig bret paa dem. Exempelvis kan anføres: ved Karlsborg (Ekeberg) er retningen N 10° O—S 10° V; paa Vippetangen sees et system ældre striber i retningen N—S, et system yngre N 20° O—S 20° V; paa Tyveholmen: N 20° O—S 20° V; ved rhombeporfyren nord for Frogner: N 20° O—S 20° V; ved glimmersyenitgangen syd for Frydenbergveien (bysten 48): N 30° O—S 30° V.

Som noteret fra Vippetangen kan man ogsaa paa andre steder finde mærker efter en ældre bræbevægelse fra N mod S og en yngre fra ca. NNO mod SSV. Kun paa et sted har jeg noteret en afvigende retning; det er i Loelven lige ved bygrænsen; skuringstriberne viste her retningen O 5 ° S—V 5 ° N; de skriver sig formodentlig fra en sidste gletchertunge, der har skudt ned langs Loelvens dalføre.

Af flytblokke eller erratiske blokke træffer man i Kristiania hist og her røde syeniter og graniter fra Nordmarken; i en grusmasse ved Karlsborg saaes mindre stykker af porfyren fra Alunsjøen.

Ved siden af isens eroderende arbeide har man vandets; en af de mest iøinefaldende virkninger af dette er de saakaldte jættegryder, hvoraf man ved Kristiania har de bekjendte af Brøgger og Reusch beskrevne fra Bækkelaget og Kongshavn [1]). Ved anlægget af jernbanelinjen er størstedelen af disse jættegryder blit bortsprængte; en af de største kan dog fremdeles sees ved Bækkelaget, hvor den nu anvendes til brønd; ligesaa sees en del rester ved jernbanelinjen lige ved bygrænsen udenfor Kongshavn.

De løse jordlag.

Efterat istidens bræer og gletchere lidt efter lidt trak sig tilbage, blev det løse materiel af sten og grus, som de havde bragt med sig, liggende igjen dels i mindre partier strøet udover den blankskurede fjeldgrund dels i større hauge og rygge (moræner). I selve Kristiania by har man sjelden anledning at se nogen større rester af istidens morænemasser, men baade i syd og nord for

[1]) Br. og R.: Jættegryder ved Kristiania. Fra videnskabens verden no. 8.

byen møder man disse mere eller mindre sammenhængende masser af løsmateriale, der har betegnet en stands i isens bevægelse. Et af de bedste exempler i byens nærhed er Økernmorænen i Østre Aker, et stykke udenfor bygrænsen, NO for Kampen.

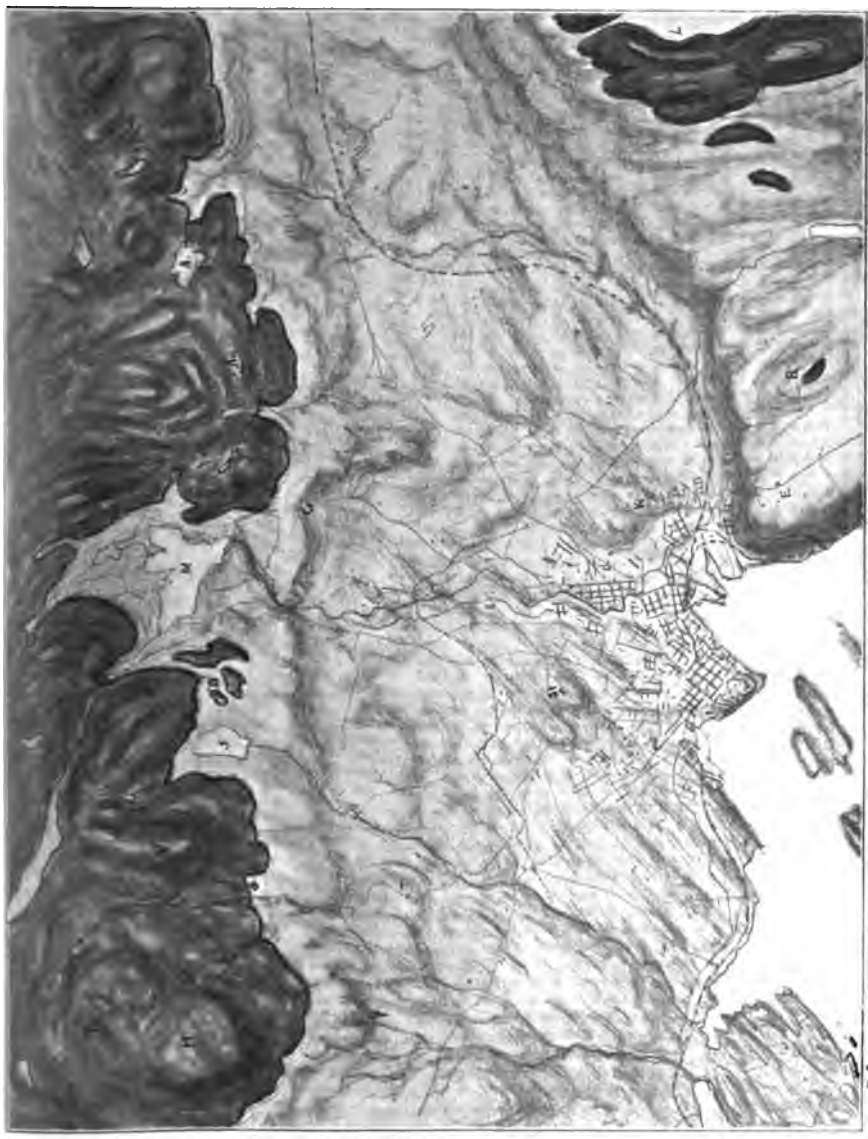
Det er forresten ingen ægte moræne, for i en saadan ligger materialet hulter til bulter, sammenskøvet af isen. Den saakaldte Økernmoræne viser sig derimod mere eller mindre tydeligt lagdelt



Fra grustaget i Økernmorænen.
(Efter fotografi af forfatteren).

og materialet er til en vis grad sorteret, ialfald i enkelte partier; andre partier derimod viser den ulagede morænekarakter med tydelig isskurede stene. Denne vexlende karakter har sin grund i, at morænen er afsat under vand d. v. s. i havet, som dengang naaede til en langt større høide end nu.

Da isen trak sig tilbage, laa nemlig landet omtrent 200 m. lavere end i nutiden. Mærker efter denne havstand har man her ved Kristiania i Grefsenterrassen, der nu ligger ca. 200 m. over havet.



Havets stilling ved slutten af istiden. Det mørke land, det lyse havbund.
H, Holmenkollen; T, Tryvandshøiden; V, Vettakollen; S, Sognsvand; M, Maridalsvand; A, Alunsjøen; G, Grefsenterrassen; E, Ekeberg; R, Ryenvarde; L, Lutvandet.

Det grovere materiale fra isbræerne og bræelvene afsatte sig i terrasserne, medens det finere materiale blev ført længere ud og afsat i havet som ler og fin sand.

Rester af de dyr, der levede i dette hav, faldt tilbunds og begroves i leret, hvor de endnu findes opbevaret; ja selv i grusmasserne, som ligger under dette ler, har man fundet rester af datidens dyreliv [1]).

Karakteren af dyrelivet forandrede sig imidlertid med den stigende temperatur. I den ældre, kolde tid (glacialtiden), da isbræerne endnu gav landet sit præg, levede en fauna, hvis repræsentanter man i vore dage gjenfinder i Finmarken og paa Spitsbergen; men efterat isbræerne afsmeltedes, og klimatet antog en mildere karakter (den postglaciale tid), indvandrede søndenfra en dyreverden, som med mindre forandringer endnu findes ved vore kyster. Enkelte af glacialtidens dyreformer blev dog igjen, idet de lidt efter lidt vænnedes til den forandrede naturbetingelse, men viste ved mindre størrelse og tyndere skaller, at de ikke længere trivedes som i tidligere tider.

I den postglaciale tid steg landet; om denne stigning er foregaaet langsomt eller i sæt, er meningerne delte. I Sverige har man paavist, at landet først hævedes, derpaa sænkedes og saa atter hævedes. Noget lignende er endnu ikke med fuld sikkerhed paavist for vort lands vedkommende.

Hvis havet under den postglaciale tid for et længere tidsrum havde indtaget samme nivau, maatte dette nivau endnu kunne gjenfindes i stranddannelser fra nævnte tidsrum; antydninger til saadanne finder man ogsaa langs Ekebergs vest- og nordrand i 70 à 80 meters høide over havet.

De i den glaciale og postglaciale tid afsatte ler- og sandmasser finder vi nu udbredt over den del af landet, som dengang

---

[1]) Som en sjeldenhed kan nævnes en paa det geologiske museum udstillet flyndre, der for et par aar siden blev funden ved gaarden Ulven i nærheden af østre Akers kirke, liggende i en grusmasse, der svarer til den saakaldte Økernmoræne.

laa under havets nivau. Bedst er denne formation bevaret i fjeldgrundens fordybninger og i dalsænkninger, langs elve- og bækkeleier; saaledes i Kristiania langs Bisletbækken, Akerselven og paa Grünerløkkens flade terræn og langs Loelven.

Lige over det faste fjeld møder man dels rester af istidens morænemateriale som mindre ansamlinger af sand og grus, dels finder man lerlagene hvilende lige paa fjeldgrunden.

De undre lerlag benævntes af Kjerulf for *mergeller*. Det indeholder ofte tynde sandskikter og har en kalkholdighed af omkring 2 %; det er ofte seigt og tyndtflydende og sønderfalder gjerne ved at henligge i luften.

De mest karakteristiske fossiler er: *Yoldia arctica* og *Siphonodentalium vitreum*. Disse to arter findes kun i mergelleret. Fremdeles forekommer ret hyppigt: Nucula tenuis, Arca glacialis, Leda pernula og Portlandia (Yoldia) lenticula; de sidstnævnte findes ogsaa i den yngre ler, men meget sjelden.

Faunaen har i det hele en arktisk karakter; den gjenfindes i vore dage kun i det nordlige polarhav.



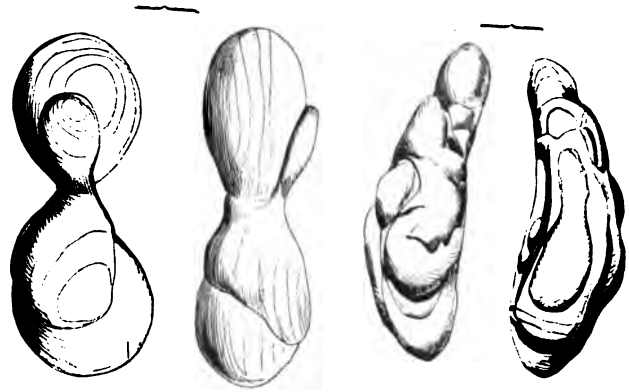
Fig. 1. Arca glacialis.
Fig. 2. Yoldia arctica.
Fig. 3. Nucula tenuis.
Fig. 4. Portlandia (Yoldia) lenticula.
Fig. 5. Siphonodentalium vitreum.

I Kristiania stikker mergelleret frem paa flere steder, særlig langs Akerselven og i egnene øst for denne; derimod er det hidtil ikke paavist i de vestre bydele. Den mest bekjendte og bedst tilgjængelige forekomst er Schultzehaugens og øvre Foss's teglverker ved Akerselven [1]).

[1]) Forekomsten ved øvre Foss er tidligere nøie undersøgt af M. Sars. Se: Fossile dyrelevninger fra Quartærtiden, pag. 19.

I mergelleret træffer man undertiden en del haarde mergelboller og marleiker af forskjellig form og udseende; marleikerne indeholder ofte fossiler dels af bløddyr eller orme dels af fiske.

Mergelleret er dannet i glacialtiden; havet stod dengang omtrent til Grefsenterrassens nivau, for man finder mergeller til en høide af over 150 m. over den nuværende havstand; klimatet og naturforholdene i det hele var omtrent som i vore dage paa Grønland.



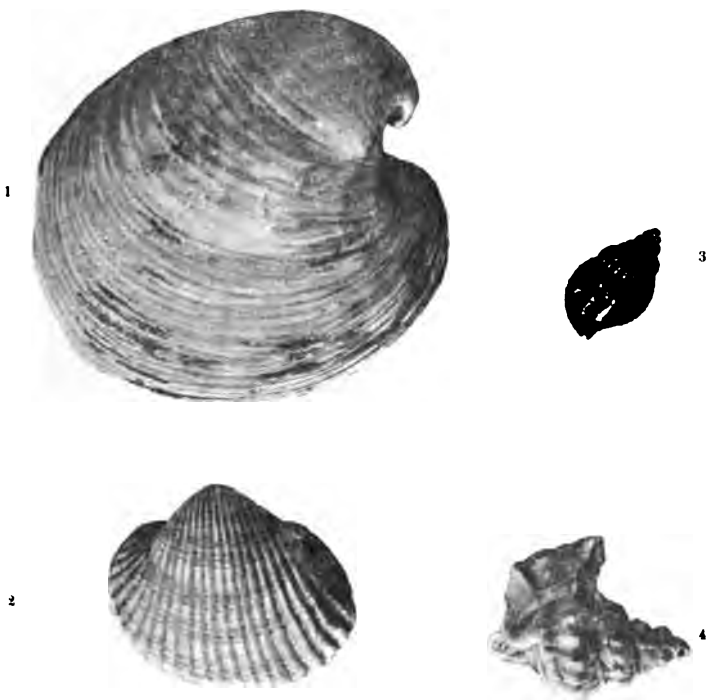
Marleiker. (Efter Kjerulf).

Over mergelleret hviler det saakaldte ***muslingler***, der er et vanligt blaagraat ler, ialmindelighed noget fastere end mergelleret. Det er paa mange steder meget rigt paa fossiler, mest muslinger. Den øverste del af dette ler benævntes af Kjerulf for ***tegller***. »Det er snart blaat snart brunt, undertiden med begge farver i klumper og striber om hinanden; ingen muslinger er fundet i tegl-leret [1]).«

Der er imidlertid liden grund til at beholde dette navn; i virkeligheden er Kjerulfs tegller den øverste forvitrede del af muslingleret, der ved oxydation har antaget brogede farver og gaaet tabt af sine oprindelig iværende fossilrester.

[1]) Sars & Kjerulf: Den pastpliocene eller glaciale formation. Pag. 25.

Muslinglerets fauna er langt rigere paa former end mergelleret. Medens efter M. Sars's undersøgelser mergelleret kun indeholder 97, har man i muslingleret fundet ikke mindre end 278 dyrearter. Disse bestaar dels af gjenlevende arktiske arter dels af nye fra syd indvandrede former. Af de sidste, der altsaa kun findes i



1. Isocardia cor. 2. Cardium edule. 3. Nassa reticulata. 4. Aporrhais pes pelicani.

muslingleret, men ikke i det ældre mergeller, kan nævnes: Ostrea edulis (østers), Cardium edule (hjertemusling), Cardium echinatum, Isocardia cor, Montacuta bidentata, Corbula nucleus, Scrobicularia piperata, Antalis entalis, Nassa reticulata og Aporrhais pes pelicani [1]).

[1]) Her er nævnt i flæng en del af de arter, der er lettest kjendelige og som optræder hyppigst i de af mig undersøgte teglverk i Kristiania.

Ogsaa planterester finder man undertiden i muslingleret. Foruden ved Hasle teglverk [1]), hvor de optræder i mængde, har jeg ogsaa ved Ensjø teglverk fundet blade af birk og hasselnødder, og ved Jorddals teglverk birkenæver og spor af blade; en og anden gang ser man ogsaa store træstammer begravet i leret.

Havstanden maa under muslinglerets dannelse ha været lavere end under mergellerets. Man finder nemlig muslingleret som regel kun til ca. 80 m.s høide. M. Sars angiver det rigtignok fra Grorud i 129 m. o. h. og Kjerulf fra Strømmen i 110 m. o. h.; men disse angivelser faar indtil videre staa som tvivlsomme. Forholdene ved Hasle, der ligger 75 m. o. h., gjør det sandsynligt, at den masse blade og træstammer, der findes opbevarede i leret paa dette sted, maa ha været afsat i en stille vik eller fjordarm.

Enkelte ting tyder paa, at der mellem mergellerets og muslinglerets afsætning har været et afbrud i sedimentdannelsen, at altsaa landet mellem den glaciale (senglaciale, de Geer) og postglaciale tid har været hævet over havets nivau; saaledes finder man ofte særlig i de vestre bydele, at muslingleret ligger afsat umiddelbart paa fjeldgrunden, og fremdeles har jeg baade ved Schultzehaugens og ved Jorddals teglverk seet en antydning til afvigende lagning mellem mergelleret og muslingleret.

Bedst traadte dog dette forhold frem under et besøg, jeg i 1895 aflagde ved øvre Bentsebakkens teglverk. Fotografiet paa næste side fra dette sted viser os underst det skiktede mergeller med tynde sandlag (a); skikterne afskjæres ved (c), og over kommer det mere kompakte blaaler (b), der sandsynligvis tilhører muslingleret.

Klimaet under den postglaciale periode kan ikke have afveget saa særlig meget fra nutidens; derpaa tyder saavel den opbevarede fauna som flora. Hjertemusling og østers har levet langs kysterne, og langs bredderne har fure, hassel, birk og pil vokset frodigt som

[1]) Bjørlykke: Postglaciale plantefossiler. Naturen 1893. Blytt: Om de fytogeografiske og fytopalæontologiske grunde etc. Kra. videnskabsselsk.s forh. for 1893 no. 5, pag. 42.

i vore dage. Paa den anden side vilde man ved en nøiere sammenligning mellem hine tiders og nutidens dyre- og planteverden sikkert finde nok af vigtige differenspunkter, betinget af de ulige naturforholde under de forskjellige tider.

Baade mergelleret og muslingleret lar sig bedst iagttage i teglverkerne; her, hvor man har store aabne snit, vil man altid med lethed af fossilerne kunne bestemme, hvilket ler man har for

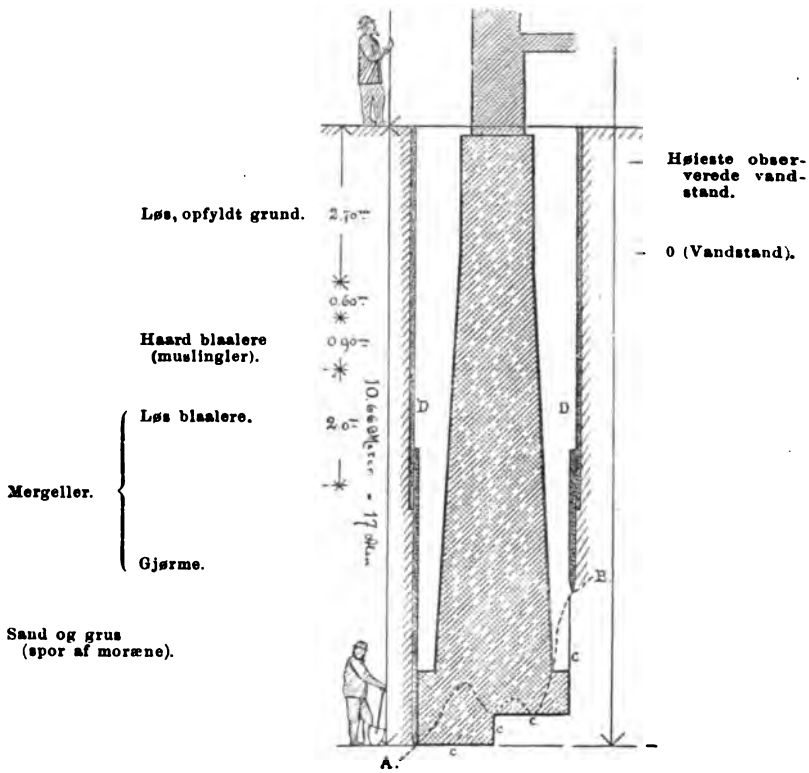


Afvigende lagning mellem mergeller og muslingler.
Fra øvre Bentsebakkens teglverk.
(Efter fotografi af forfatteren).

sig; kun i de øverste 2—3 meter af lerlagene finder man sjelden fossiler; leret er her saa forvitret, at de organiske rester er udslettede; undertiden træffer man dog svage spor, der kun viser dyrets form eller rester af epidermis; skallene selv er fuldstændig borte. Paa mange steder møder man lerlag, der er mere eller mindre forvitrede og ingen fossiler indeholder; man har da kun den almindelige habitus at holde sig til; paa de fleste steder her i byen viser denne forvitrede ler i udseendet mest overensstemmelse med muslingleret.

Muslinglerets mægtighed varierer paa de forskjellige steder; fra teglverkerne har jeg ialmindelighed noteret den synlige mægtighed fra 5—8 m.

Under gravningen af de store kummer, der rummer stenpillarerne under den nye toldbod, var jeg undertiden tilstede og indsamlede en del skjæl, efterhvert som gravningen skred frem.



Profil af en pillar under den nye toldbod.

(Efter tegning af statens bygningsinspektør A. Schirmer).

A—B. Profil af fjeldet i grunden; det bestaar af Orthocerkalk og Phyllograptusskifer.
C, C. Den fornødne afminering og afsprængning af fjeldet for at skaffe lager til pillarens fod.
D. D. Sænkkassens (brøndens) vægge.

Ovenstaaende tegning, der er mig velvilligt overladt af statens bygningsinspektør hr. arkitekt A. Schirmer viser profilet: Øverst løs opfyldt grund, derpaa muslingler med østersskaller etc., derunder

mergeller med Panopea norvegica og Arca glacialis; derpaa lige over det faste fjeld en slags sort mørje af lerblandet sand og grus; dette er rester af glacialgruset.

Over Grünerløkkens flade terræn er de øverste lerlag ialmindelighed sandholdige. Dette *sandler* er sædvanlig lysgraat af farve og har paa grund af sandiblandingen tabt sin plasticitet. Sandkornene er meget fine og mængden vexlende, saa man ofte kan være i tvivl, om det skal kaldes sandblandet ler eller lerblandet sand. Selv i dette sandholdige ler træffer man undertiden rester af postglaciale skjæl; saaledes har jeg fundet i sterk sandholdigt ler ved Schous plads tydelig aftryk og epidermisrester af Nassa reticulata og Mytilus edulis (blaaskjæl).

Ved Sagene og andre steder i de nordre bydele optræder rene *sandlag* af flere meters mægtighed, hvilende paa fossilførende muslingler.

Disse sandlag mod nord, der fortsætter sig sydover som sandblandet ler, danner altsaa de øverste lag i det løse dække. Kjerulf benævnte denne sand for *flomsand* og satte det og sandleret i forbindelse med glacialbankerne eller morænerne, idet han antog, at sandmaterialet skrev sig fra de af flommende ferskvand fra indlandet udvaskede morænemasser. For Sagenes og Grünerløkkens vedkommende synes det simpelthen at være Akerselvens verk; denne har i tidligere tider havt et bredt løb, flommet udover og ført med sig udvasket materiale fra morænerne nordenfor. I Grünerløkkens øvre sand- og gruslag ser man ofte strømlagning, der tyder paa et gammelt elveløb. Sin nuværende rende har Akerselven først udgravet i en senere tid, efterat den lidt efter lidt brød sig vei gjennem morænemasserne, som laa og stængte ved Maridalsvandets sydende. Hverken fjeldgrunden eller de løse afleiringer tyder paa, at Akerselvens nuværende løb er af særlig gammel dato.

Nutidsdannelser eller alluvium er ikke afsat paa kartet, da det ofte maa ansees tvivlsomt, hvad man skal henføre herunder eller hvor grændsen skal sættes mellem de postglaciale og de alluviale dannelser. Dog skal et par exempler anføres.

Deltadannelsen ved Loelvens udløb maa ansees som en saadan alluvialdannelse. Ved de gravninger, der foretoges for nogle aar siden paa Sørengen, hvor nu jernbanens oplagshuse ligger, fremkom tydelige snit, der viste uregelmæssige tildels skraatstillede lag afvexlende bestaaende af sand og sandblandet ler.

Et profil viste:

Grus med murstenstykker.
Sandblandet ler; 0,2 m.
Gulbrunt jernholdigt grus; 0,6 m.
Ler med trærester; 0,1 m.
Fint grus med afrundede smaastene; 0,2 m.
Sort lerblandet materiale med forkullede organiske rester; 0,1 m.
Sand og fint grus.

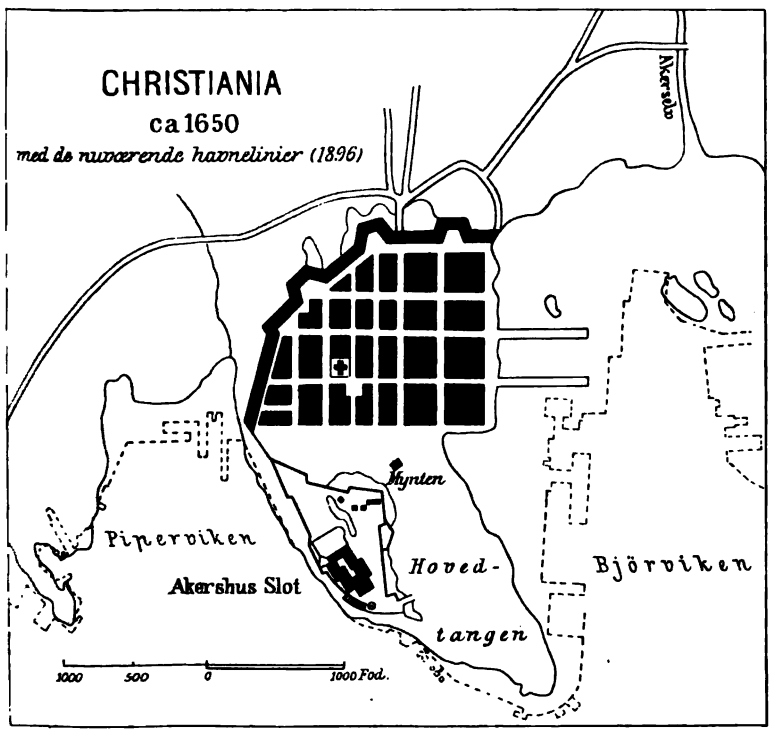
Dette maa betragtes som elvens afleiringer i senere tider. Under roligere perioder afsattes ler, i flomtider sand og grus. Tilsvarende dannelser findes muligens paa flere steder langs elveløbene; men der er sjelden anledning til at se dem træde frem i tydelige snit.

Til alluviale dannelser henregnes ogsaa jord- eller lerlag, der tildels indeholder masser af ferskvandsmollusker; en saadan forekomst findes ved isdammen »Nordishavet« ved Maridalsveien; paa sydsiden ved den lille bæk, der løber fra denne dam, findes en brun, lerholdig jord, der indeholder store masser af Cyclas og Pisidium.

Endelig kunde man til nutidens dannelser henregne opfyldninger og strandudvidelser, der er foregaaet i historisk tid; men her har menneskene ialfald delvis grebet ind og forstyrret naturens verk.

Af gamle karter og beskrivelser fra det 17de og 18de aarhundrede fremgaar, at ikke saa ubetydelige dele af det inderste af Bjørviken og Piperviken er indvundet fra havet. Dette skriver sig efter al sandsynlighed mere fra menneskenes virksomhed og delvis ogsaa fra det af elvene tilførte deltamateriale end fra nogen særlig stigning af landet, skjønt en saadan mulighed dog ikke ganske kan udelukkes. Naar man husker paa, at Bygdø ifølge

gamle dokumenter for nogle aarhundreder siden var en omflydt ø, og paa vandstandsmærkerne langs det sydlige Norges kyster af 1839, der blev efterseede i 1865, og som allesammen viste en ganske svag stigning af landet[1]), saa kunde man ikke anse det for usandsynligt, at landet virkelig har steget i den historiske tid. Det er imidlertid saa ubetydelige tal, man har at holde sig til, at noget bestemt resultat neppe kan fastslaaes for denne del af vort land.



Strandgrænsen i 1650 med helt optrukne, den nuværende med stregede linjer.

[1]) Se T. Ch. Thomassen: Om landets stigning i Norge. Naturen 1889.

Tillæg.

Besøg i teglverkerne.

Efterat mit kart med beskrivelse i 1894 var udarbeidet og indleveret til det akademiske kollegium, følte jeg som et af arbeidets svage punkter bearbeidelsen af det løse terræn. Det var derfor min hensigt at fortsætte min undersøgelse af dette, og efter ansøgning blev der ogsaa bevilget mig et mindre stipendium af Kristiania kommune til arbeidets fortsættelse. I 1895 anvendte jeg da ogsaa endel fristunder særlig ved besøg i teglverkerne, hvor jeg især foretog indsamlinger af fossiler. I begyndelsen og ofte ogsaa senere viste prof. G. O. Sars mig den velvilje at bestemme de indsamlede fossiler. Det var oprindelig min hensigt at underkaste det løse terræn i Kristiania en mere indgaaende samlet bearbeidelse, men arbeidet blev afbrudt, da det akademiske kollegium i to aar bevilgede mig stipendium til ophold i udlandet. Da det nu stiller sig tvivlsomt, hvorvidt jeg faar anledning at fortsætte mine undersøgelser i Kristiania by, finder jeg det rettest som tillæg til denne kartbeskrivelse at meddele de notiser, jeg har nedskrevet under mine besøg i de forskjellige teglverker og ved enkelte større gravninger i byen. De meddelte fossillister gjør paa langt nær ikke krav paa at være fuldstændige; men de kunde dog muligens blive af interesse for senere undersøgere.

Ved øvre Foss teglverk sees underst hvilende paa fast fjeld en rødlig sand med enkelte tynde lerskikter af $^1/_2$—1 cm.s tykkelse; derover kommer 1—2 m. grusholdigt ler; gruskornene er gjerne af en erts størrelse. I dette grusler ser man hyppigt indesluttede kantede brudstykkelignende partier af et finere skiktet ler. Dr. Reusch har først under et fælles besøg paa stedet gjort opmærksom paa disse dannelser og han forklarer dem fremkomne af frosne

klumper, der er blevne indesluttede i leret, da dette afsattes. Over grusleret kommer et 6—15 cm. mægtigt sandlag af samme udseende som det underst liggende. Over dette sandlag kommer et mørkt seigt ler af 3—4 m.s mægtighed; det indeholder enkelte tynde sandskikter og kaldtes af arbeiderne for blaaler. Det gaar opad over i et 2—3 m. mægtigt mere graaligt forvitret ler; det kaldtes af arbeiderne for graaler, og angaves at være særlig skikket til teglsten. I dette øvre ler fandtes:

Portlandia (Yoldia) lenticula og Arca glacialis; fra det underliggende saakaldte „blaaler" har jeg noteret foruden de to ovenfor nævnte: Nucula tenuis var. expansa, Antalis striolata, Ophiura Sarssii og Limopsis sp. I det undre grusler fandt jeg: Nucula tenuis, Limopsis sp. og Echinus drøbachiensis.

Øvre Foss teglverk synger nu paa sit sidste vers, idet omtrent al det ler, der tilhører eiendommen, er opbrugt.

Fra Schultzehaugens teglverk har jeg indsamlet:

Leda pernula,
Anomia ephippium,
Arca glacialis,
Abra alba,
Portlandia lenticula,
Nucula tumidula,
Pecten grønlandicus,
Siphonodentalium vitreum,
Ophiura Sarssii.

I nedre Schultzehaugens teglverk saaes en lervæg af en 4 m.s mægtighed. Den øvre del bestaar af forvitret graaler, den undre af et seigt blaaler, hvori fandtes Arca glacialis og Portlandia (Yoldia) lenticula.

Ved øvre Bentsebakkens teglverk havde lertagets væg paa et sted en høide af 5—6 meter; det ialmindelighed over leret liggende sand var borttaget. De øvre 3—4 meter af lervæggen bestod af et noget forvitret blaaler; under kom et blødere og seigere blaaligt ler; her fandtes kun Portlandia lenticula; ca. 5 m. under overfladen fandtes et temmeligt stort (7—8 cm. langt) exemplar af Mytilus edulis og lige ved Siphonodentalium vitreum og desuden Antalis striolata og en Serpula. Lidt søndenfor ved nedre Bentsebakkens teglverk lige ved Bentse brug saaes underst et skivet ler med tynde lag af en rødlig sand; leret selv indeholdt ofte gruskorn. I dette ler fandtes Arca glacialis, Portlandia lenticula og Siphonodentalium vitreum.

I den nordre del af lertaget ved øvre Bentsebakkens teglverk saa man underst blottet et lag, der hovedsagelig bestod af rødlig sand med enkelte tynde lerskikter; her fandtes et enkelt exemplar af Abra longicallis. Over dette skiktede sand- og lerlag kom med afvigende leining et vanligt blaaler af ca. 2 meters mægtighed, hvori fandtes stykker af Mytilus edulis og en Macoma; efter sin hele habitus havde dette ler mest lighed med muslingleret. Over blaaleret havde tidligere ligget et 2—3 m. mægtigt graaligt ler, der nu var bortkjørt. (Se billedet side 73).

Ved Havnens verk ser man øverst 2 à 3 m. laget sand dels finere og dels grovere, undertiden grusagtigt; ofte sees ogsaa i dette sand tynde lerskikter; i den undre del vexler sand- og lerlag af 2—7 cm.s tykkelse. Derunder kommer et seigt blaaler med kun enkelte tynde skikter af sand eller fint grus, hvori saaes stykker af blaaskjæl; i selve blaaleret fandtes ogsaa hyppigt blaaskjæl; fra samme lag har jeg ogsaa noteret:

Nucula tumidula,	Anomia ephippium,
Abra alba,	Cardium elegantulum,
Abra longicallis.	Buccinum grønlandicum.

Lavest kommer et skivet sandblandet ler med Cyprina islandica, Portlandia lenticula og Mytilus edulis.

Paa hjørnet af *Schjelderups gade* og *Trondhjemsveien* fandtes under gravning af en hustomt det undre umiddelbart paa fjeldet hvilende ler at indeholde Siphonodentalium vitreum og Portlandia lenticula, altsaa mergeller. Over kommer Grünerløkkens sandholdige ler. Dette saaes under en gravning af en hustomt i Toftes gade ved *Schous plads* at bestaa af øverst et indtil 2 m. mægtigt sandlag, der viste diagonal lagning og maa altsaa være frembragt af strømmende vand. I det underliggende sandblandede ler fandtes Mytilus edulis, Scrobicularia piperata, Nassa reticulata og en Macoma; ialmindelighed var kun skallenes epidermis bevaret.

Længer nord paa Grünerløkken ligger *Dælenengens* teglværk. Her staar sydligst et fast, graablaat ler førende postglaciale fossiler som Isocardia cor og Mytilus edulis. Længer mod nordost bestaar det øvre lag af en mørkgraa sand, der nedover gaar over i sandblandet ler med enkelte tynde lag af ren sand. I det sandholdige ler fandtes Cardium edule og bark af fure. Underst blir

leret mere fast og seig og mindre sandholdigt; herfra noteredes foruden de tidligere nævnte Cyprina islandica, Macoma calcaria og Corbula nucleus. Mergelleret stikker altsaa ikke frem paa dette sted, men skjæringerne gaar heller ikke paa noget sted ned til fast fjeld.

Ved *Ensjø teglverk*, der ligger lige ved bygrænsen, stod i lertagene ca. 5 m. høie lerbænker, hvis øvre del til en dybde af 2—3 m. bestod af et brunligt oxyderet ler; derunder kom et fast blaaligt ler; dette ler var fattigt paa skjælrester, jeg fandt kun Nassa reticulata; men derimod noksaa rigt paa planterester, saaledes kviste, bark og blad af birk og enkelte hasselnødder; inde paa teglverkstomten saaes ogsaa en 7 dm. tyk træstamme, staaende opreist paa sine rødder, stikkende ca. 2 m. under den nuværende overflade (ca. 7 m. under den oprindelige overflade). Lavest i lervæggen, 4 à 5 m. under overfladen, forekom skjæl mere almindeligt; herfra har jeg noteret:

Corbula nucleus,
Cardium edule,
Pecten septemradiatus,
Abra alba,
Scrobicularia piperata,
Cyprina islandica,
Nucula tenuis,
Macoma calcaria,
Aporrhais pes pelecani,
Nassa reticulata.

Strax udenfor bygrænsen, øst for Kampen, mellem *Ensjø og Gundersløkken* fandt jeg i et derværende lertag mergelleret liggende lige paa det faste fjeld; herfra har jeg noteret:

Siphonodentalium vitreum,
Pecten septemradiatus,
Portlandia lenticula,
Anomia ephippium,
Arca glacialis.

Søndenfor Ensjø mellem Vaalerengen og Kampen ligger *Jorddals teglverk*. Her træffer man underst et ler med tynde sandlag; det indeholder: Arca glacialis, Nucula tenuis og Antalis striolata; fremdeles fandtes bark og blade af birk. Lagningen i dette undre ler viste sig noget forstyrret. Over kom med uforandret lagning et 5—6 m. mægtigt muslingler med:

Ostrea edulis,
Mytilus edulis,
Cyprina islandica,
Macoma calcaria,
Hydrobia ulvæ,
Corbula nucleus,

Nicania Banksii,	Littorina littorea,
Cardium minimum,	Natica clausa,
Cardium echinatum,	Nassa reticulata,
Portlandia lenticula,	Aporrhais pes pelecani,
Pecten septemradiatus,	Echinus sp.
Arcinella plicata,	

Ved Loelven ligger *Svenengens teglverk*. Paa nordsiden af elven er leret nu for størstedelen borttaget; men paa sydsiden saaes skjæringer af 5—6 m.s høide. Leret er vanlig kompakt blaaler, hvis øvre del til et dyb af 2 m. viser sig oxyderet. Her indsamledes:

Isocardia cor, Ostrea edulis, med paavoksede serpularør,

Pecten septemradiatus,	Nucula tenuis,
Nicania Banksii,	Scrobicularia piperata,
Cardium edule,	Anomia ephippium,
Cardium ciliatum,	Mytilus edulis,
Cardium minimum,	Cyprina islandica,
Corbula nucleus,	Nassa reticulata,
Abra alba,	Antalis striolata,
Portlandia lenticula,	Echinus sp.

Alle disse tilhører muslingleret.

M. Sars har beskrevet mergeller fra Onsums teglverk ved Oslo[1]; om dette var beliggende paa samme sted som det nuværende Svenengens teglverk er mig ubekjendt; i ethvert fald maa Sars have hentet sine fossiler fra en anden forekomst end den af mig besøgte.

Vest for Akerselven har man kun et teglverk nemlig *Bislets teglverk* beliggende ved bækken af samme navn, nord for Dalsbergstien. Her træder ogsaa kun muslingleret i dagen. Følgende fossiler har jeg noteret fra dette sted:

Isocardia cor,	Corbula nucleus,
Ostrea edulis,	Nicania Banksii,
Mytilus edulis,	Portlandia frigida,
Cardium edule,	Littorina littorea,
Cyprina islandica,	Nassa reticulata,
Pecten septemradiatus,	Aporrhais pes pelecani.
Macoma calcaria,	

[1]) Fossile dyrelevninger fra quartærperioden. Pag. 21.

Under gravninger i tomten til det *nye theater* (nationaltheatret) indsamlede jeg ogsaa endel skjæl, der alle tilhører muslingleret:

Macoma calcaria,
Nicania Banksii,
Cyprina islandica,
Cardium echinatum,
Ostrea edulis,
Corbula nucleus,
Littorina littorea,
Nassa reticulata,
Aporrhais pes pelecani;

desuden fandtes ogsaa her bark af fure.

Fra de gravninger, der foretoges under muring af pillarerne under *den nye toldbod,* har jeg noteret følgende fossiler:

Littorina littorea,
Nassa reticulata,
Mytilus edulis,
Ostrea edulis,
Cyprina islandica,
Cardium edule,
Scrobicularia piperata,
Hydrobia ulvæ,
Portlandia frigida,
Montacuta ferruginosa,
Macoma sp.,
Pecten danicus,
Panopea norvegica,
Nucula tumidula,
Arca glacialis,
Antalis striolata.

English Summary.

The present treatise is a description of the geological map of Kristiania, a tack which was prescribed in 1893—94 by the authorities of the Academic College of the Univertity in competition for the gold medal awarded by his Royal Highness the Crown Prince.

It has been written in a popular form and it agrees in essential particulars with the earlier works of Kjerulf and Brøgger, especially with that of the latter, who, as is known, has subjected the geology of the district of Kristiania to a most exhaustive study.

This treatise is mainly a description of the map; of new matter of scientific interest may be mentioned the discovery of a number of species of Graptolites hitherto unknown in this district; the determination of the geological age of a number of eruptive veins and some additions to the knowledge of the Glacial and Postglacial deposits.

Pages 1—6 contain the Introduction which describes the situation of the city and its history with something about the meaning of the geological map and the development of its geology and about the previous contributors regarding the Kristiania district.

Pages 6—9 treat of the Archaean rocks which occur within the boundary of the map at Ekeberg and near the fortress of Akershus. It consists of gneiss, here and there with dark masses and veins of amphibolit with a few intrusive veins of pegmatite; the Ekeberg gneiss is supposed to be altered granite. In addition the fault dislocation and the brecciated rock along the line of faulting on the northern boundary of Ekeberg are mentioned; the Silurians of the Kristiania valley have been thrown down by faulting.

Pages 9—35 treat of the Silurian which in Norge, according to Kjerulf is divided into stages (etager), the stages are again by Brøgger

divided into subdivisions; pages 9—15 deal with stages 1 and 2 (= Cambrian). Only a bed of about half a metre thick can with certainty in Kristiania be determined as belonging to stage 1, it consists of a fragmental rock resembling Conglomerate which rests directly upon the Archaean on the west side of the fortress of Akershus (see x on the section page 8). Stage 2 consists of alum-shale with Palaeozoic fossils, espesially belonging to the family olenidae. This stage forms the subsoil in the central part of the city.

Pages 15—35 describe stages 3 and 4 (Lower Silurian) with its subdivisions; these two stages consist of alternating beds of clay-slate and limestone, they form the subsoil under the greater part of Kristiania.

Pages 35—39 deal with the folding and faulting of the Silurian beds, these are very general in the Kristiania district; the direction of the axis of the foldings (strike) is about WSW—ENE. Of the great fault dislocations may be mentioned the one already referred to along the northern boundary of Ekeberg whose „throw" is at the least 1200 metres.

Pages 39—59 deal with the eruptive rocks which occur in Kristiania; they are divided by Brøgger into an older and a younger series. To the older series belong the smaller intrusive veins, Bostonit &c; the langer intrusive veins and vein-masses as Oslo porphyry; irregular fault veins such as rhombic porphyry; the younger rhombic porphyry (Natmandhaugit), Lindøite and the Mica-syenite porphyries. To the younger series belong diabases and proterobases which occur as fault veins running almost parallel in a N—S and NNW and SSE direction; about 40 such veins occur in Kristiania.

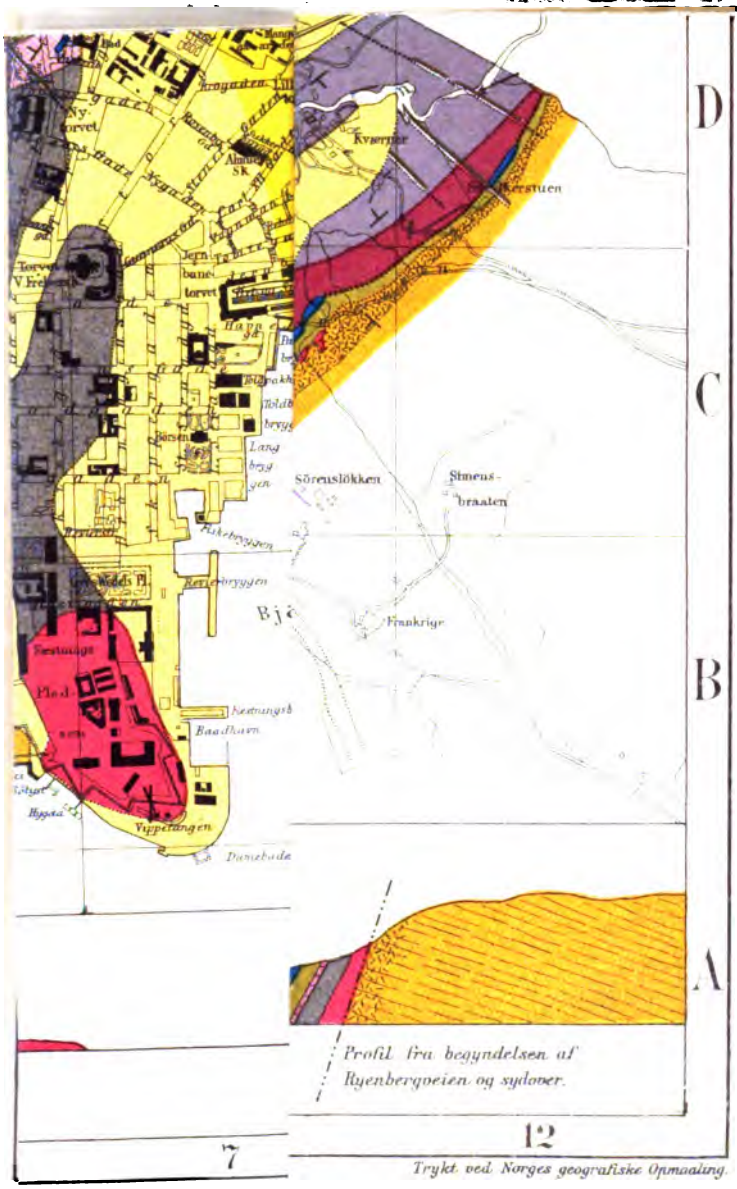
Pages 59—61 refer briefly to Contact-metamorphism which is well illustrated by abundant material in the district, but within the boundaries of the city itself there are but few interesting examples.

Pages 61—65 treat of the work of Erosion and of the Ice Age; of the Giants' Kettles of Kongshavn and Baekkelaget (which lie in the SE corner of the map) described by Brøgger and Reusch, most of which, unfortunately, have been destroyed.

Pages 65—75 describe the loose gravels, clay, sands &c. The sea stood at the close of the Ice Age about 200 metres higher than now; that is represented on the sketch map at page 67. Large moraines do not occur within the city but in its immediate neighborhood for example near the farm of Økern about 2 Kilometres NE of the boundary of the city. Above the moraine gravel or else resting directly upon the rock, lies the oldest marine marly clay (mergeller) with glacial fossils (page 69); over that comes, in the low-lying districts, sometimes unconformably, a younger postglacial clay (shelly clay, muslingler); the most recent desposits, especially in the northern portion of the city, assume the form of stratified sands and arenaceous clays, probably deposited by the Akerselv which has washed away the moraines at the south end of Lake of Maridal.

Page 75—77 refer to some alluvial formations *e. g.* the delta of the Loelv; in addition, to the expansion of the city towards the sea (se map page 2 or 77) which is due partly to the agency of man and partly perhaps to a slight rise of the land within the historic period.

Pages 78—83 contain references to the author's investigations in some tileworks; these are not completed, but they may perhaps be of interest to future investigators.



Trykt ved Norges geografiske Opmaaling.

BARY
54

Trykfeil.

Side 14, nederste linje staar: alenideæ, læs: olenideæ.
— 70, note, staar: pastpliocene, læs: postpliocene.
— 71, staar: Aporrhais pes pelicani, læs: Aporrhais pes pelecani.

1892
No. 26

Norges geologiske undersøgelse. No. 26.

LIBRARY
MAR 1 1954
LIB.

Norges geologiske undersøgelses

udstilling

i

Bergen 1898.

Udgivet af

Cand. real. **K. O. Bjørlykke,**
kst. bestyrer.

Kristiania
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1898

kr. 0.50

Indhold.

pag.

Kortfattet historik, plan og arbeider 2
Norges geologiske undersøgelses skrifter 10
Kjerulf's og Dahll's geologiske oversigtskart over det sydlige og nordlige Norge med et haandtegnet kart over løse jordlag . . . 13
Kart over Norges malmforekomster af prof. J. H. L. Vogt 21
Kart over Norges sten- og mineralindustri af C. F. Kolderup . . . 37
Profiler fra det sydlige Norge 55
Geologiske karter fra østlandet 58
Geologiske karter fra vestlandet 66
Samlinger af ertser, bergarter, fossiler og en del jordarter 75
De geologiske rektangelkarter 83

De fleste civiliserede stater har paataget sig som offentlig foranstaltning at lade sine respektive lande geologisk undersøge og kartlægge og i den hensigt oprettet de institutioner, der gaar under navn af vedkommende lands geologiske undersøgelse.

Disse institutioners opgave er først og fremst at faa landets forskjellige berg- og jordarter undersøgte og kartlagte; dertil kommer specielle undersøgelser over landets malmforekomster og over forekomster af nyttige mineraler og bergarter. Disse arbeider er dels af theoretisk, dels af praktisk betydning; paa den ene side deltager man i den videnskabelige udredning af landets geologiske bygning og dannelse, paa den anden side faar man en fremstilling af en del af landets naturlige hjælpekilder. Forat imidlertid det sidste skal komme til sin ret, maa man sørge for, at de vundne resultater i størst mulig udstrækning kommer til publikums kundskab. Dette var en af de bevæggrunde, der gjorde sig gjældende ved beslutningen om, at Norges geologiske undersøgelse iaar burde deltage i udstillingen i Bergen.

Kortfattet historik, plan og arbeider.

Norges geologiske undersøgelse oprettedes i 1857[1] med daværende universitetsstipendiat *Th. Kjerulf* som bestyrer og cand. min. *Tellef Dahll* som fast Assistent. Efter den af Kjerulf fremlagte plan var det undersøgelsens første opgave at udarbeide et geologisk oversigtskart over landets sydlige stifter, Kristiania og Hamar stift samt Kristianssands stift. Efter 8 aars arbeide blev dette kart færdigt og udgivet i 1866 under tittel: *„Geologisk kart over det søndenfjeldske Norge"* i maalestok 1 : 400,000. Kartet blev udstillet ved den skandinaviske udstilling i Stockholm, hvor den geologiske undersøgelse i denne anledning blev tilkjendt 1ste grads belønning, sølvmedalje. Det udstilledes ogsaa ved verdensudstillingen i Paris i 1867 sammen med et haandtegnet kart med de sammensatte amtskarter som grundlag; ogsaa ved denne udstilling blev den geologiske undersøgelse prisbelønnet.

Efter 1866 fortsatte Kjerulf sit arbeide i det trondhjemske med bergingeniør Hauan som assistent, og Tellef Dahll paatog sig undersøgelsen af det nordlige Norge, fra 1868 som selvstændig leder af undersøgelsen i disse landsdele. Planen var nu at skaffe materiale til et geologisk oversigtskart i mindre maalestok over det hele land.

I 1870—71 offentliggjorde Kjerulf og Hauan et geologisk oversigtskart over en del af Trondhjems stift (1 : 800,000) med beskrivelse (Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 18); 2den del af denne beskrivelse udkom i 1875 (Bd. 21) med et nyt geologisk kart over hele Trondhjems stift af Knut Hauan og Th. Kjerulf.

Allerede fra 1868 af og udover arbeidede Kjerulf ogsaa en del af sommeren i Bergens stift, men hovedvægten af

[1] Allerede tidligere var udført en række geologiske undersøgelser og kartlægningsarbeider i vort land, hvoraf særlig kan nævnes det af professor *B. M. Keilhau* i 1850 offentliggjorte „Første forsøg til et geologisk kart over Norge" i hans store værk Gæa norvegica, der udgaves med understøttelse af videnskabsselskabet i Trondhjem.

arbeidet blev dog i de paafølgende aar lagt paa Trondhjemsfeltet.

I 1875 bevilgede storthinget midler til to faste assistenter for undersøgelsen af det sydlige Norge; disse poster blev besatte med *W. C. Brøgger*, der særlig blev anvist Kristianiaegnen som arbeidsfelt, og *H. Reusch*, der blev overdraget undersøgelsen af vestlandet, særlig Bergens stift. Efter Brøggers udnævnelse til professor ved Stockholms høiskole blev cand. min. *Th. Münster* i 1882 ansat som assistent ved undersøgelsen.

I det nordlige Norge dreves undersøgelserne af *Tellef Dahl*, assisteret for Tromsø amts vedkommende af *Karl Pettersen* og for Nordlands amt af cand. min. *O. A. Corneliussen* og cand. min. *T. Lassen*; selv ofrede Dahll meget arbeide paa undersøgelsen af det alluviale guld i Finmarken og kullet paa Andøen; men ved siden deraf foretog han ogsaa reiser i Finmarken og skaffede materiale for oversigtskartet for dette amt.

I 1878 blev undersøgelserne i det nordlige Norge afsluttede, efterat det nødvendigste materiale for et oversigtskart var indsamlet.

I 1878—79 offentliggjorde Kjerulf sit oversigtskart i maalestokken 1 : 1,000,000 over det sydlige Norge, og nogen tid efter blev ogsaa det af Tellef Dahll udarbeidede kart over det nordlige Norge udgivet i samme maalestok. Oversigtskartet over det sydlige Norge ledsagedes af et større arbeide af Kjerulf: *Udsigt over det sydlige Norges geologi* med et atlas plancher af grafiske fremstillinger. Beskrivelse til oversigtskartet for det nordlige Norge udkom først i 1892, udgivet af dr. H. Reusch med bidrag af dr. Tellef Dahll og O. A. Corneliussen (N. G. U. skrifter no. 4).

Efter 1879 lagdes hovedvægten paa udgivelse af geologiske rektangelkarter i maalestokken 1 : 100,000; disse var allerede paabegyndte i 1874. I de paafølgende aar blev 1 à 2 saadanne geologiske rektangelkarter udgivne om aaret, og der foreligger nu i det hele 25, deraf 13 fra østlandet, 10 fra det trondhjemske og 2 fra Bergens omegn.

Efter Kjerulfs død i oktober 1888 blev den tidligere assistent *dr. H. Reusch* konstitueret som undersøgelsens bestyrer.

Af en paa departementets foranstaltning af dr. Reusch afgiven fremstilling angaaende den geologiske undersøgelses fremtidige plan hidsættes[1]:

„*En hovedopgave for den geologiske undersøgelse* maa være, at de videnskabelige resultater kommer næringslivet direkte tilgode.

At den geologiske undersøgelse er af interesse for bergværksdriften, behøver ikke nærmere at paapeges. Den maade, vore ertser optræder paa, er endnu ikke paa langt nær udredet; den fortsatte geologiske granskning vil derfor sikkerlig kunne udrette meget, saavel til en bedre udnyttelse af de hidtil kjendte ertsmasser som til fremfindelse af nye. Hvad specielt angaar forstaaelsen af adskillige kisleier, bør kanske nævnes, at der ved den geologiske undersøgelses seneste arbeider synes at være fremfunden en ganske ny ledetraad: nemlig sammenhængen mellem ertsleiernes længdeudstrækning og de omgivende bergarters strækningsstruktur.

Maaske af ligesaa stor betydning er landets geologiske undersøgelse for nyttige sten- og jordarters opsøgning og tilgodegjørelse. Da dette er en sag, som vel ikke har været tilstrækkelig paaagtet, være det tilladt at henvise til en del fakta. Vor export af bygnings- og gadesten, apatit og feldspat er betydelig og viser sig udviklingsdygtig. Energiske forsøg bliver gjorte for at faa istand en industri med finere slebne stensorter fra det sydlige Norge og af marmor fra Nordland. Diatoméjorden ved Stavanger tiltrækker sig kapitalisters opmærksomhed som gjenstand for tilvirkning. Et efter vore forhold meget betydeligt anlæg for udvinding af cement af sten- og jordarter, hvis værd hidtil ikke har været forstaaede, vil forhaabentlig om et aar være i drift. At de

[1] Af Sth. Prp. no. 1. Hovedpost VIII. 1889.

interesserede har forstaaelse af geologiens betydning for deres arbeide, fremgaar af de talrige henvendelser og forespørgsler, som rettes til den geologiske undersøgelse. Blandt det, denne har udrettet i denne henseende, tør maaske peges paa, at ved professor Kjerulfs meddelelser om Valders-skiferen denne bergart har opnaaet at blive handelsvare vidt udenfor de nærmest omgivende egne.

Ikke meget fremskreden hos os er den geologiske udforskning af jordbundsforholdene i snævrere betydning, hvilket danner en af grundvoldene for et rationelt landbrug og har bevæget endog Holland og Danmark til at oprette geologiske statsundersøgelser. Geologens arbeide i landvæsenets tjeneste gaar dels ud paa at eftervise den underjordiske udbredelse af jordforbedringsmidler, mergel, ler osv., alt efter omstændighederne, dels paa ved kart at fremstille det i overfladen liggende jordlags beskaffenhed (dets art: sand, ler, torv osv.; dets tykkelse; undergrundens gjennemtrængelighed for vand eller ugjennemtrængelighed osv.). Det er sandsynligt, at der for enkelte egnes vedkommende ogsaa fra jordbrugets side vil rettes fordringer til vor geologiske undersøgelse i en ikke fjern fremtid. Som et exempel paa geologiens anvendelse fra et land med lignende natur som Norge kan anføres følgende: Den svenske geologiske undersøgelse har ladet mergelens art og udbredelse ved Halmstad nøie undersøge; egnen er, berettes der, ved dette jordforbedringsmiddel fra fattig bleven til „en af landets frugtbareste og høiest kultiverede egne". Den interesse, jordbrugerne i Sverige viser statens geologiske undersøgelse, fremgaar af, at lehnenes landhusholdningsselskaber i flere tilfælde har tilskudt penge for hurtigst mulig at faa sin egn undersøgt.

Der er ogsaa andre mere underordnede tilfælde, ved hvilke der i andre lande har været paakaldt medvirkning af geologisk fagkundskab. Af saadanne, der hos os hidtil ikke er traadt i forgrunden, kan exempelvis anføres: Raad ved ordningen af byers vandforsyning og drænering, veiledning angaaende berg-

arterne ved beregning af sprængningerne for jernbaneanlæg og andre offentlige arbeider.

Hvad der fremfor alt maa paaligge vor geologiske undersøgelse i den nærmeste fremtid, er *den fortsatte udgivelse af geologiske rektangelkarter*. Den systematisk fremskridende kartlægning er nemlig den nødvendige grundvold for alt andet arbeide.

Karterne har hidtil været offentliggjorte uden text, idet forklaringerne har været at søge i forskjellige, tildels temmelig spredte afhandlinger. For at forøge karternes brugbarhed for publikum foreslaaes, at der offentliggjøres populære, kortfattede, let tilgjængelige *kartbeskrivelser*. I regelen bør maaske hvert kart ledsages af sin text; for de allerede udgivne blades vedkommende vil det dog vistnok være tilstrækkeligt at behandle dem gruppevis.

Af *specielle*, nu foreliggende opgaver, for hvilke der kan formodes at være forhaanden skikkede arbeidskræfter, kan anføres: En undersøgelse af de trodhjemske ertsforekomsters geologi, istandbringelse af en beskrivelse over de vigtigste nordlandske malmforekomster. — —"

I henhold til ovenstaaende blev den i de paafølgende aar fulgte plan følgende:

1. Udgivelse af geologiske rektangelkarter med text.
2. Istandbringelse af beskrivelser over ertsforekomster og anvisninger om deres tilgodegjørelse.
3. Stenindustriens udvikling.
4. Oprettelse af agronomiske karter over vigtigere jordbrugsegne.
5. Praktiske torvmyrundersøgelser.

I overensstemmelse med denne plan sattes en hel del nye arbeider igang.

Ad 1. Geologisk rektangelkart „Selbu" med beskrivelse af cand. filos. *C. H. Homan* (N. G. U. skrifter no. 2). (1890).
Geologisk rektangelkart „Gausdal" med beskrivelse af cand. real. *Bjørlykke* (N. G. U. skrifter no. 13). (1893).
Revision af rektangelkartet „Lillehammer" paabe-

gyndtes af assistenten, *Th. Münster*, i 1889 og er nu paa det nærmeste færdig til udgivelse.

Kartbladene „Galdhøpiggen" og „Bygdin" bereistes af *Bjørlykke*; „Søndre Fron" af *Bjørlykke* og *Øyen*; „Gran" af *Andresen* og *Th. Münster*; „Stuesjø" af *J. Friis*; „Holtaalen" af *Vogt* og *Homan*; „Aursunden" af *Reusch* og *Engstrøm*; „Røros" af *Vogt*; „Voss" af *Reusch, Børje Nielsen* og *Kolderup*.

Prof. Schiøtz fortsatte sine undersøgelser i Østerdalen og egnene øst for denne.

Prof. Vogt arbeidede i Nordlands amt.

Ad 2. *Prof. Vogt* undersøgte ertser og mineraler mellem Kragerø og Arendal, i Salten og Ranen etc. (N. G. U. skrifter no. 3, 6, 7, 15, 17).

Cand. min. Chr. Münster foretog kartlægning og beskrivelse af grubedistriktet ved Kongsberg (Videnskabsselsk. skrifter 1894 no. 1).

Ad 3. *Cand. min. Riiber* undersøgte de vigtigste stenbrud paa kysten mellem Fredrikshald og Arendal (N. G. U. skrifter no. 12).

Direktør J. P. Friis beskrev brydningen af feldspat, kvarts og glimmer ved Tvedestrand og i Smaalenene (N. G. U. skrifter no. 1 og 14).

Cand. filos. C. Homan undersøgte brugbarheden for stenindustrien af granit- og noritbergarterne i indre Sogn.

Prof. Helland undersøgte tagskifer- og vekstensforekomster i Norge (N. G. U. skrifter no. 10) og om byernes forbrug af sten.

Dr. H. Reusch beskrev granitindustrien ved Idefjorden (N. G. U. skrifter no. 1) og om skiferindustrien i Hallingdal (Tidsskr. f. haandværk og industri).

Ad 4. *Landbrugsingeniør Grimnes*, assisteret af *sergeant Aalgaard*, har foretaget agronomisk kartlægning af Jæderen.

Landbrugsingeniør Blakstad, assisteret af *sergeant Nervig*, agronomisk kartlægning af Trondhjems omegn.

Landbrugsskolebestyrer Sendstad agronomisk kartlægning af Kristiania omegn.

Prof. Helland har bereist forskjellige egne af landet for at studere den økonomiske betydning af undergrundens beskaffenhed (N. G. U. skrifter no. 9, 16, 18, 19, 23).

Ad 5. *Agronom Stangeland* har drevet praktiske undersøgelser af torvmyrer inden kartbladene Sarpsborg, Nannestad, Tønsberg og Hamar samt myrer ved Kristiania, paa Jæderen, ved Bergen, i Romsdals amt og i det trondhjemske (N. G. U. skrifter no. 1, 5, 8, 20, 24).

I 1891 blev *dr. H. Reusch* fast ansat som bestyrer af Norges geologiske undersøgelse; paa samme tid blev det for en bestemt godtgjørelse af undersøgelsens budget overdraget *prof. dr. W. C. Brøgger* at fortsætte kartlægningen og undersøgelserne i Kristianiaterritoriet som selvstændig medarbeider.

I 1892 nedsattes en departemental komite for at tage spørgsmmaalet om en plan for undersøgelsen for en længere fremtid etc. under overveielse. Komiteen bestod af, foruden undersøgelsens bestyrer dr. Reusch, d'hrr. prof. Brøgger, direktør J. Friis, prof. Helland, bergkandidat Münster, oberst Haffner, direktør Koller og grosserer Køltzow.

Det af denne komité foreslaaede og af departementet i 1894 som kgl. proposition fremsatte forslag vandt dog ikke storthingets bifald, da det efter at være udsat i 1894 toges under behandling i 1895.

Storthingets landbrugskomité udtalte, „at man er enig i nødvendigheden af at stanse den systematiske udgivelse af geologiske karter i maalestokken 1 : 100,000 og i, at man forbereder udgivelsen af et kartværk i den af den sagkyndige komité anbefalede maalestok 1 : 400,000; ligeledes er man enig i, at alt arbeide med jordbundskartlægning bør stanses og overlades til den private eller halvoffentlige foretagsomhed. Derimod var der i komitéen uenighed om, i hvilken udstrækning

man burde gaa til en omorganisation af undersøgelsen, forsaavidt angaar dens budget, personale og ordning forøvrigt"[1].

Storthinget bevilgede dog i 1895 som ny post gage til en hjælpegeolog for oversigtskartet; denne post besattes med *cand. real. K. O. Bjørlykke.*

Efter 1895 er man altsaa gaaet igang med forundersøgelser til et geologisk oversigtskart over hele landet i maalestokken 1:400,000.

For udarbeidelsen af dette kart har bestyreren, *dr. Reusch*, gjort reiser i Bergens stift, *prof. Vogt* i Nordlands amt, *prof. Schiøtz* i Hedemarkens amt, *cand. real. Bjørlykke* i Kristians amt.

Assistenten, *myntgardein Th. Münster* har dels deltaget med prof. Brøgger i specialkartlægning i Kristianiafeltet, dels foretaget reiser i det centrale Norge.

For at fremme arbeidet med det planlagte oversigtskart bevilgede storthinget i 1897 fuld gage til en fast geolog for kartlægningen; denne stilling overdroges den tidligere hjælpegeolog *K. O. Bjørlykke*[2].

Som særegne poster under den geologiske undersøgelses administration er der af storthinget bevilget midler til:

1. Anbringelse af vandstandsmærker paa kysterne af Nordlands, Tromsø og Finmarkens amter. Dette arbeide paabegyndtes i 1893 ved Namsos og afsluttedes i 1897 ved Vardø. De indsendte indberetninger angaaende anbringelsen af disse vandstandsmærker vil blive bearbeidet af *cand. P. A. Øyen* og udgivet af den geologiske undersøgelse.
2. Jordboringer og terrænundersøgelser i Værdalen, Stjørdalen og Guldalen. Dette arbeide udførtes i somrene 1894, 95 og 96 af *direktør J. P. Friis* under ledelse af

---

[1] Indst. s. no. 166 for aaret 1895.

[2] Under dr. Reusch's fraværelse fra $^{15}/_{9}$ 97 til $^{15}/_{6}$ 98 for ifølge kaldelse at holde forelæsninger ved Harvardsuniversitetet i Amerika har cand. real. K. O. Bjørlykke været konstitueret som bestyrer og cand. real. C. F. Kolderup som fast geolog for kartlægningen.

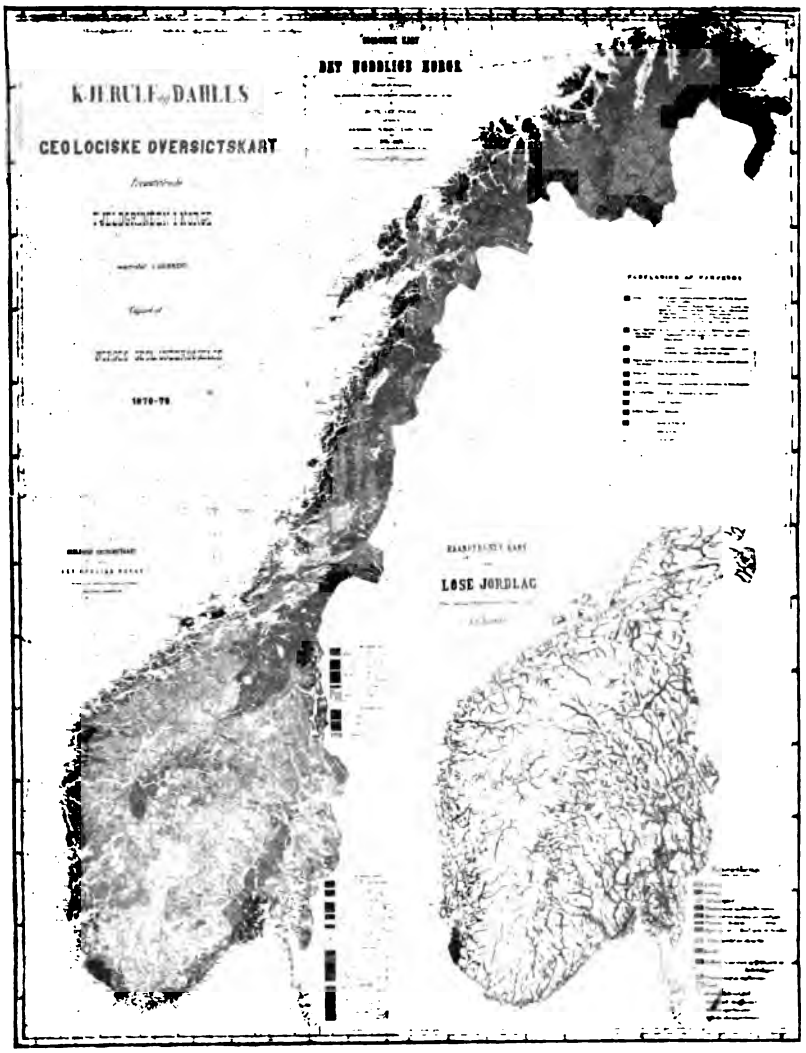
undersøgelsens bestyrer, *dr. H. Reusch.* En beretning om resultaterne af disse undersøgelser vil blive udgivet af den geologiske undersøgelse i den nærmeste fremtid.

Norges geologiske undersøgelses skrifter,
udgivne 1889—98.

No. 1. Norges geologiske undersøgelses aarbog for 1891. Udg. af dr. Hans Reusch, undersøgelsens bestyrer. 50 Øre.
„ 2. Homan. Selbu. 1890. 25 øre.
„ 3. Vogt. Salten og Ranen med særligt hensyn til de vigtigste jernmalm- og kisforekomster samt marmorlag. 1891. 1 Kr.
„ 4. Det nordlige Norges geologi. Med bidrag af Dahll og Corneliussen, udgivet af Reusch. 1892. Med Dahlls: Geologisk kart over det nordlige Norge. 1 kr. 50 øre.
„ 5. Stangeland. Torvmyrer, „Sarpsborg". Et kart. 1892. 25 øre.
„ 6. Vogt. Om dannelsen af de vigtigste i Norge og Sverige repræsenterede grupper af jernmalmforekomster. 1892. 1 kr.
„ 7. Vogt. Nikkelforekomster og nikkelproduktion. 1892. 40 øre.
„ 8. Stangeland. Torvmyrer, „Nannestad". 1892. 1 kr. 25 øre.
„ 9. Helland. Jordbunden i Norge. 1893. 2 kr.
„ 10. Helland. Tagskifer, heller og vekstene. 1893. 1 kr.
„ 11. Brøgger. Lagfølgen paa Hardangervidda. 1883. 80 øre.
„ 12. Riiber. Norges granitindustri. 1893. 25 øre.
„ 13. Bjørlykke. Gausdal. 1893. 25 øre.
„ 14. Norges geologiske undersøgelses aarbog for 1892 og 93. Udg. af Reusch. 1894. 75 øre.
„ 15. Vogt. Dunderlandsdalens jernmalmfelt. 1895. 75 øre.

No. 16. Helland. Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt. 1894. 1 kr.
„ 17. Vogt. Nissedalens jernmalmforekomst. 1895. 50 øre.
„ 18. Helland. Jordbunden i Romsdals amt. I. 1895. 1 kr.
„ 19. Helland. Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. 1 kr.
„ 20. Stangeland. Om torvmyrer i Norge. I. 1896. 50 øre.
„ 21. Norges geologiske undersøgelses aarbog for 1894 og 95. 1896. (Indhold: Reusch. Geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95). 50 øre.
„ 22. Vogt. Norsk marmor. 1897. 1 kr. 50 øre.
„ 23. Helland. Lofoten og Vesteraalen. 1897. 1 kr. 50 øre.
„ 24. Stangeland. Torvmyrer i Norge. II. 1898. 1 kr.
„ 25. Bjørlykke. Geologisk kart over Kristiania by. 1898.

Disse skrifter findes udstillet i glasmontren under Kjerulf og Dahll's geologiske oversigtskart.



Autotypi af Kjerulf og Dahlls geologiske oversigtskart, fremstillende fjeldgrunden i Norge.

A. Hovedudstillingen.

Denne bestaar i tre karter over Norge i maalestokken 1 : 1,000,000.

I. Geologisk oversigtskart fremstillende fjeldgrunden i Norge.

Dette kart er sammensat af de i 1878—79 udgivne geologiske oversigtskarter over det sydlige Norge af *Th. Kjerulf*, over det nordlige Norge af *Tellef Dahll.*

I det nedre hjørne er hertil føiet et haandtegnet oversigtskart over de *løse jordlag* i det sydlige Norge, farvelagt efter forhaandenværende kilder af *K. O. Bjørlykke.*

Paa fjeldgrundskartet betegner de *graa* og *blegrøde* farver gneis og gammel granit tilhørende *grundfjeldet.* Dette indtager det overveiende areal af fjeldgrunden i det sydlige Norge. Saaledes egnene paa østsiden af Kristianiafjorden, Smaalenene, østre del af Akershus og søndre del af Hedemarkens amter til en linje omtrent Stange—Elverum—Trysil. Dernæst størstedelen af Kristianssands stift og Buskeruds amt, almindelig i Bergens stift og omtrent eneraadende i Romsdals amt og sydvestre del af søndre Trondhjems amt. Grundfjeldet optræder ogsaa temmelig almindelig i nordre Trondhjems amt og i det nordlige Norge.

I det centrale Norge, særlig i Hedemarkens og Kristians amter, sees et større parti med *blegblaa* farve; det betegner den paa grundfjeldet hvilende *sparagmitformation.* Den bestaar hovedsagelig af en dels mørk, dels lys feldspatførende sandsten, *sparagmit* kaldet, samt en mørkgraa eller grønlig lerskifer; kalkstene og konglomerater optræder ogsaa i denne formation.

Beslægtet med sparagmitformationen, særlig med den lyse sparagmit, er den af Kjerulf benævnte *høifjeldskvarts*, der paa kartet over det sydlige Norge er betegnet med *bleggul* farve. Muligens turde ogsaa den paa kartet over det nordlige Norge med *gul* farve betegnede formation, af Dahll benævnt for *Gaisa-systemet*, ogsaa kunne henføres til sparagmitformationen.

Med *grønne*, *bleggrønne* og *gulgrønne* farver er betegnet sikkert eller kun formodede siluriske bergarter (skalberg) væsentlig bestaaende af lerskifere, kalkstene og sandstene.

Den siluriske formation er tydeligst udviklet omkring midtre del af Mjøsen og hist og her i egnen herfra mod sydvest til Langesundsfjorden, saaledes ved Kristiania og i Asker samt paa Gran, ved Tyrifjorden og ved Langesundsfjorden; undersiluren er her betegnet med *grøn* farve, oversilur med *blaa*. Dette saakaldte Kristianiaterritorium er et sunkent parti af jordskorpen, og bergarterne er kun lidet omvandlede og derfor ofte rige paa velbevarede forsteninger[1]. I det nordlige Norge samt i det trondhjemske, i de centrale dele af landet og i det bergenshusiske har den siluriske formation deltaget i den store norske fjeldkjædedannelse; bergarterne er derfor i høi grad omvandlede og forsteninger temmelig sjeldne. I det nordlige Norge er ingen fossiler fundne, der tilhører silurformationen. I Trondhjemsfeltet er fundet fossiler paa forskjellige steder dels fra middelsilur, dels fra oversilur, men slet bevarede. Ogsaa fra det centrale Norge haves fossiler tilhørende dels undersilur, dels middelsilur, og i Bergens stift har man bl. a. dr. Reusch's bekjendte fossilfund paa Bergenshalvøen og a. st. med slet bevarede fossiler fra middel- og oversilur i stærkt omvandlede, krystallinske kalk- og skiferbergarter[2]. Trondhjemsfeltets to øvre afdelinger Gulaskifere og konglomerat-sandstensrækken er paa kartet betegnet med egne farver; de tilhører dog ogsaa silurformationen.

---

[1] Se de udstillede fossiler fra Kristianiatrakten.
[2] Se de udstillede fossiler fra Ulven—Os.

Over den siluriske formation kommer i Kristianiafeltet en graa eller rødlig sandsten, der maa ansees som tilhørende *devonformationen*, skjønt det endnu ikke har lykkedes at finde sikre forsteninger. Den er i Kristianiafeltet betegnet med en stærkere *gul* farve; den optræder f. ex. under Kolsaas, ved Tyrifjorden og ved Holmestrand. Hertil hører ogsaa Brummunddalsandstenen[1] øst for midtre del af Mjøsen; dens undre lag fører oversiluriske graptoliter.

Sandstenen og konglomeratet paa halvøen og øerne mellem Sønd- og Nordfjord, der paa kartet er betegnet med *mørkgrøn* farve, turde muligens ogsaa tilhøre devonformationen; alderen er dog her mere tvivlsom; man ved kun, at den hviler paa graptolitførende siluriske skifere.

Af yngre formationer findes i Norge kun en liden ca. 8 km. lang og ca. 2 km. bred flek paa Andøen i Vesteraalen. Den tilhører *juraformationen* og bestaar af sandstene og skifer med kulførende skikter[2]. Paa kartet er den betegnet med *blaa* farve.

De eruptive bergarter er betegnede med rødlige og brune farver samt for Kristianiafeltets vedkommende ogsaa med en gul brunprikket farve.

Med *brun* farve er betegnet:

1. Jotunfjeldenes gabbro i det centrale Norge.
2. Ekersundsfeltets labradorstene og noriter[3].
3. Labradorsten i bueformigt strøg om Bergen og dioritisk bergart paa øerne udenfor Hardangerfjorden[4].
4. Dioriter, diabaser og gabbrobergarter i det trondhjemske.
5. En hel del mindre partier og kupper af gabbrobergarter, olivenstene og serpentinforekomster.

I det nordlige Norge er gabbro, amfibolit og serpentin betegnet med en *mørkrød* farve.

---

[1] Se prøvestykke under de teknisk vigtigste bergarter.
[2] Se den udstillede prøve af kullet fra Andøen.
[3] Se labradorsten fra Rekefjord under de teknisk vigtigste bergarter
[4] Se de udstillede bergarter fra Bømmelø etc.

Med *lysrød* farve er betegnet gamle graniter[1]), de fleste tilhørende grundfjeldet, enkelte yngre, gjennemsættende. I det nordlige Norge er ogsaa Lofotens og Vesteraalens labradorstene gabbroer osv. betegnede med denne farve.

Med *røde korsvise streger* er betegnet granulit (Foldalen), protogin granit i det trondhjemske og hvid granit (ex. Dovre).

Med *mørkrød* farve er i det sydlige Norge betegnet syenit og diorit paa Smølen og Hitteren samt Kristianiaterritoriets yngre graniter og syeniter: augitsyenit (Laurvikit), nephelinsyenit (Laurdalit), kvartsførende augitsyenit (Akerit); rød kvartssyenit (Nordmarkit); natrongranit og granitit[2].

Med *gul brunprikket farve* er i Kristianiafeltet betegnet forskjellige slags porfyrer: kvartsporfyr, augit- og labradorporfyrit og rhombeporfyr.

Det i det nedre hjørne tilføiede haandtegnede kart over *Løse jordlag* er farvelagt efter følgende kilder:

Kjerulf: Om jordbundens beskaffenhed i en del af Romerike og Aker. Polyt. tidsskr. (1858).

„ Om glacialformationen i den sydlige del af Kristiania stift med kart. (1860).

„ Beskrivelse over jordbunden i Ringerike. Polyt. tidsskr. (1862).

„ Beskrivelse over jordbunden i Hadeland. Polyt. tidsskr. (1862).

„ Beskrivelse over jordbunden i Hedemarken og Toten. Polyt. tidsskr. (1862).

Kjerulf og Dahll: Geologiske kart over Kristiania, Hamar og Kristianssands stifter; 1:400,000. (1866).

---

[1] Se Fredrikshaldgraniten blandt de slebne stenprøver.

[2] Se de udstillede teknisk vigtigste bergarter og bergarter fra Kristianiatrakten.

Kjerulf og Irgens: Jordbundskart over Mjøsens omegn. 2den udg. (1870).

Hauan og Kjerulf: Geologisk kart over Trondhjems stift. (1875).

J. H. L. Vogt: Om istiden under det ved de lange norsk-finske endemoræner markerede stadium. N. geogr. selsk. aarbog III.

J. Rekstad: Bræbevægelsen i Gudbrandsdalen mod slutten af istiden, Arch. f. M. o. N. XVII.

„ Mærker efter istiden i det nordlige af Gudbrandsdalen. Arch. f. M. o. N, XVIII.

G. E. Stangeland: Torvmyrer. Se Norges geol. undersøgelses skrifter no. 1, 5, 8, 20, 24.

De geologiske rektangelkarter.

Haandtegnede amtskarter fra den geologiske undersøgelses arkiv.

For endemoræner i Kristianssands stift har jeg faaet en del oplysninger af *cand. P. A. Øyen*, og det løse terræn paa Jæderen er aflagt efter *landbrugsingeniør Grimnes*'s undersøgelser.

Kartet er kun at opfatte som et forsøg og for at udfylde en tom kvadrat paa fjeldgrundskartet. Det foreliggende materiale er utilstrækkeligt særligt for Bergens stift.

Med *rød* farve er betegnet *endemoræner* og *randterrasser*. Hertil høre ra'erne paa begge sider af Kristianiafjorden. Det største af disse er Moss—Sarpsborg-ra'et i Smaalenene og dets fortsættelse Jarlsbergra'et (Horten — Ski kirke — Larvik) paa vestsiden af Kristianiafjorden. Det fortsætter fra Helgeraaen over Jomfruland og siden som „undervandsmoræne" til den igjen stikker frem paa Tromø ved Arendal; ogsaa videre vestover gjennem Kristianssands stift til Jæderen findes rester hist og her (efter oplysninger af *cand. Øyen*). Denne lange endemoræne, der betegner en længere stands af ismasserne under istiden, er afsat under vand og viser sig derfor ofte skiktet. Ogsaa i nord for det store Moss—Jarlsbergsra fore-

kommer mindre sammenhængende morænemasser, der dels betegner trin i landisens frem- og tilbagerykning, dels er afsatte af mere lokale gletschere; saaledes ved Ski og Aas og ved Svelvik paa vestsiden af Kristianiafjorden; fremdeles endemoræner og randterrasser i Kristianiadalen og i Lierdalen. Endel endemoræner er ogsaa afsat i indlandet, saaledes for Gudbrandsdalens vedkommende efter *adjunkt J. Rekstads* undersøgelser.

Med *brun* farve er betegnet *indlandets moræner og fjeldmarkens bedækninger*. Herunder er indbefattet dels bundmoræner, dels side- og endemoræner, ligesom ogsaa større myrstrækninger i indlandet er henført herunder. Disse løse masser er naturligvis kun afsat paa steder, hvor de optræder med større mægtighed, altsaa som formation og ikke bare som et tyndt jorddække. Som det fremgaar af kartet, er disse løsmasser mest udbredt paa østsiden af den norske fjeldryg.

Med *gulgrønlig* farve er betegnet en jordart fra det centrale Norge, der paa de steder, hvor den optræder, i almindelighed gaar under navn af *Kvabb*[1]). Det er en lys, fin jordart, bestaaende af omtrent ligestore mængder af lerpartikler, fine kvartskorn og korn af kaolin. Den findes f. ex. i Sollien, hvor den er berygtet for sine udglidninger ved veianlægget, og i Rendalen, hvor den tildels benyttes som jordforbedringsmiddel. Den saakaldte „kopjord" i Solør er den samme eller nærbeslægtet.

Med *grøn* farve er betegnet *mergeller*, det ældste af de marine lersorter. Det træder særlig i dagen langs elveløbene i Smaalenene, Akershus og Jarlsberg samt paa Jæderen. Det udmærker sig ofte ved tynde sandskikter eller ved rigdom paa skurestene og indeholder glaciale fossiler. Da det er kalkholdigt, anvendes det til jordforbedringsmiddel.

Med *gul* farve er betegnet *yngre marint ler*, muslingler og sandler. Muslingleret kaldes gjerne i daglig tale for blaaler; det er

[1]) Se Bjørlykke: Krabb. Tidsskrift for det norske landbrug for 1896.

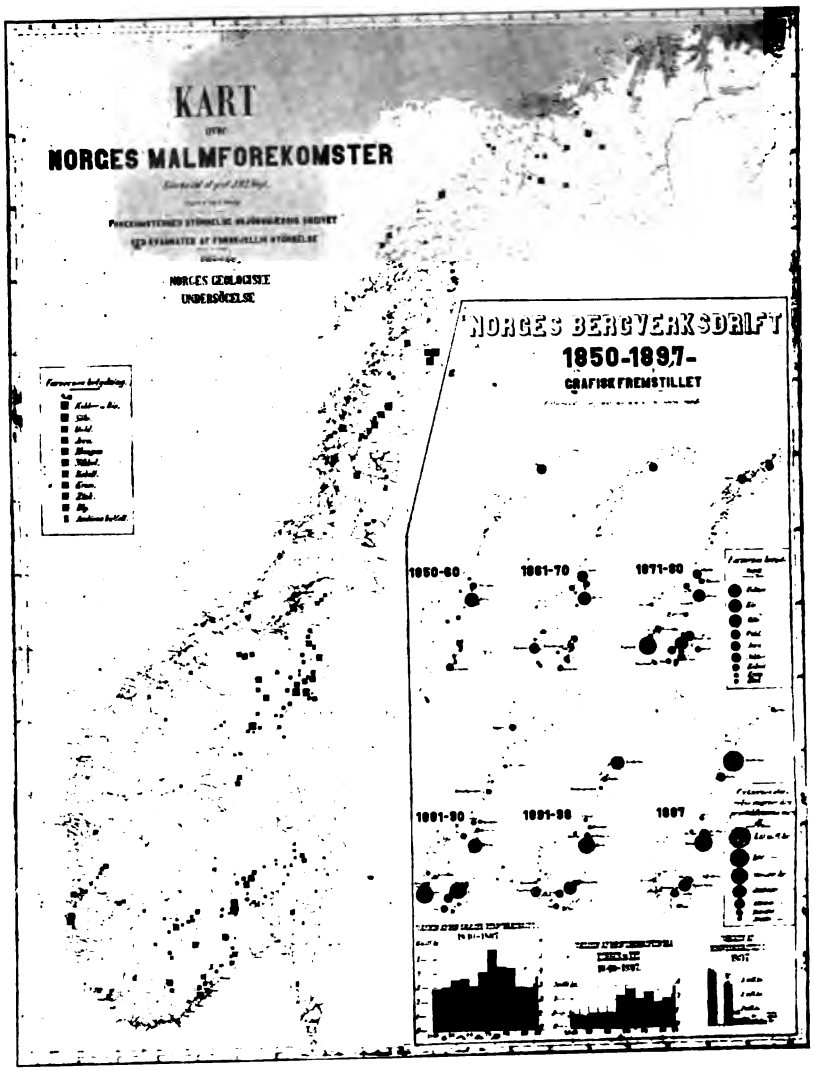
et rent, fast, blaaligt ler, ofte rigt paa fossile muslinger (skjæl) og har deraf faaet sit navn. Over muslingleret forekommer ofte et mindre rent, brunflekket eller lidt sandholdigt ler uden fossile skjæl. Kjerulf kaldte dette ler for *tegller*, men det vil sikkert falde vanskeligt at udskille dette som en egen afdeling. Kjerulfs tegller er kun den øvre del af muslingleret, altsaa dels forvitret blaaler, dels sandholdigt ler.

Over de marine lerarter træffer man ofte, særlig ved sydenden af de større indsjøer eller i nærheden af glacialbankerne, laget sand eller lerblandet sand, der ialfald delvis er opstaaet ved vasdragenes udskylning af de i nærheden optrædende morænemasser; hertil hører de bekjendte sandplatauer paa Romerike og Hadeland og paa Jæderen. Disse sandmoer og terrasser er paa kartet betegnet med en *orangegul* farve. Med samme farve er ogsaa betegnet elve- og strandterrasser samt vasdragenes sand- og grusfyldninger. Nogle af de mest udprægede terrasser er betegnet med skrafering. Flyvesand paa Jæderen er betegnet med samme farve, men punkteret.

Med *violet* farve er afsat en del forekomster af infusorie- eller *diatoméjord* (Kiselguhr); de mest bekjendte forekomster er ved Sandnæs paa Jæderen og ved Farsund. Af mindre forekomster er afmærket en ved Goppolsætrene i Fodvang, Gudbrandsdalen.

Med *brunrødlig* farve (sienna) er i den sydøstre del af landet afsat en del torvmyrer efter Stangelands karter.

Endelig er med *blaa* farve afsat et par kalktufforekomster i Gudbrandsdalen, ved gaarden Leine i Kvam, ved Dal i Faaberg og ved Skottelien i Vaage.



Autotypi af det haandtegnede kart over Norges malmforekomster.

II. „Kart over Norges malmforekomster"
med grafisk fremstilling af
„Norges bergverksdrift, 1850—97",
udarbeidet af
professor J. H. L. Vogt.

Paa Norgeskartet tilvenstre, i maalestokken 1 : 1.000,000, er afsat de vigtigste hidtil i vort land kjendte erts- eller malmforekomster, uanseet om disse for tiden er i drift eller ei; paa de mange (6) smaa Norgeskarter tilhøire derimod er angivet værdien af landets bergverksdrift for perioden 1850—1897, og nederst tilhøire findes nogle grafiske tabeller for perioden 1840—1897.

Kart over Norges malmforekomster.

Her er saavidt mulig medtaget alle forekomster, som har givet anledning til bergverksdrift i nogenlunde nævneværdig udstrækning, eller som af anden grund har tiltrukket sig opmærksomheden; derimod er ikke medtaget den utallighed af smaa-gruber og smaa-skjærp, som findes spredt næsten over det hele land.

Forekomsterne er betegnede ved kvadrater, hvis størrelse skjønsmæssig er afpasset efter den formodede mængde af forhaandenværende malm. Dette skjøn er paa mange punkter af temmelig vilkaarlig natur, dels fordi man her maa parallel-

lisere forekomster af forskjellige metaller (sølv, kobber, nikkel, jern osv.), og dels fordi man om talrige forekomster savner de fornødne oplysninger. Vanskelighederne øges til en vis grad ogsaa derigjennem, at kartet er i saavidt liden maalestok, at der jevnlig ikke er plads til at afsætte hver enkelt forekomst inden de forskjellige grubefelter; exempelvis kan nævnes, at de talrige gange ved Kongsberg kun er betegnede ved 2 — to — kvadrater.

Ved den skjønsmæssige angivelse af forekomsternes størrelse har jeg hovedsagelig henholdt mig til mit personlige kjendskab til vort lands mineralske rigdomme — af de samtlige paa kartet afsatte 200 forekomster eller forekomstfelter har jeg besøgt lidt over de to trediedele, herunder næsten alle de mere bekjendte gruber eller anvisninger —, og endvidere har jeg herom konfereret med forskjellige lokalkjendte bergmænd. Alligevel ligger det i sagens natur, at denne skjønsmæssige angivelse af forekomsternes størrelse i enkelthederne maa blive temmelig mangelfuld; endvidere maa det erindres, at der hertillands temmelig sikkert fremdeles gives mange forekomster, som endnu ikke er opdagede.

De forekomster, der paa kartet er betegnede som de største, er følgende:

Af *sølvforekomster*:

Kongsberg.

Af *kis- og kobbermalmforekomster*:

Vigsnæs grube;
Foldalens hovedgrube;
Storvarts og Kongens grube ved Røros;
Ny Sulitelma og Jakobsbakken ved Sulitelma.

Af *jernmalmforekomster*:

Dunderland i Mo, Ranen.

Af de derefter med hensyn til størrelse følgende forekomster kan blandt andre nævnes:

Af *sølvforekomster*:

Svenningaasen i Vefsen.

Af *kis- og kobbermalmforekomster*:

Aamdals kobberverks hovedgrube i Skafse, Telemarken;
Muggruben ved Røros;
Killingdal i Guldalen;
Kjøli i Guldalen;
Esna, nær Sylene;
Kvikne;
Undal i Rennebo;
Løkkens grube i Meldalen (skulde muligens opføres blandt de allerstørste forekomster); desuden nærliggende gruber i Meldalen;
Lillefjeld i Meraker;
Ytterø i Indherred;
Bosmo i Ranen;
Giken, Charlotte ved Sulitelma;
Lyngen i Tromsø amt;
Alten i Finmarken.

Af *jernmalmforekomster*:

Nissedal i Telemarken;
Fen ved Nordsjø;
Klodeberg ved Arendal;
Blaafjeld osv. ved Soggendal (stærkt titanrig malm, tildels med gigantiske dimensioner);
de nedre felter i Dunderlandsdalen, Ranen;
Tomø i Næsne, Ranen;
Næverhaugen i Skjærstad, Salten.

Af *nikkelmalmforekomster*:

Ringerikes nikkelverks hovedgrube (Ertelifeltet);
Evje nikkelverks hovedgrube (Flaad).

Af *koboltmalmforekomster*:

Modums blaafarveverks hovedgrube (Skutterud).

Af *krommalmforekomster*:

Feragen og Rødhammeren i omegnen af Røros.

Til belysning af forekomsternes størrelse foreligger en hel del statistisk material samt, for kis- og jernmalmforekomsternes vedkommende, endvidere undersøgelser over malmarealet, o:

størrelsen af tversnittet gjennem malmmassen. Herom mere i det følgende.

Vort lands malmforekomster lader sig i geologisk henseende inddele i en række grupper, som til en vis grad ogsaa er af topografisk natur.

De vigtigste af disse grupper er:

De sølvførende gange i Kongsbergfeltet.

De sølvertsførende gange i Vefsen med Hatfjelddalen, i den søndre del af Nordlands amt.

De guldførende gange paa Bømmeløen, med omliggende distrikt.

De guldførende gange i Eidsvold.

De guldførende gange i Svartdal i Telemarken (indgaar i den Telemark'ske ganggruppe).

Det alluviale guld i enkelte af Finmarkens elve.

De trondhjemske kis- og kobbermalmforekomster (*Foldal, Kvikne, Røros, Meldal, Meraker, Ytterø osv.*).

Forekomster af samme karakter ogsaa *i Søndhordland og paa Karmøen* (*Valdaldsø, Stordø, Vigsnæs osv.*), samt i Søndfjord (Grimelien) og Vaage i Gudbrandsdalen;

desuden i Nordlands amt (*Sulitelma, Bosmo osv.*)

og i Tromsø amt (*Lyngen*).

Forekomster af rige kobbererlser i Telemarken (*Skafse*, Hvideseid, Silgjord, osv. osv.) samt i Sætersdalen (Strømsheien, Bø) og i Numedalen (Nore).

Kobberertsgangene i Alten.

Saakaldte „falbaand" i grundfjeldet, paa adskillige steder i landet (Vestfossen, Froland, Averøen osv.).

Leieformige jernmalmforekomster i grundfjeldet; ved Arendal og Tvedestrand, i Nissedal, ved Kragerø, Nordsjø osv.

Leieformige jernmalmforekomster i den nordlandske skiferafdeling; Dunderland, Tomø, Næverhaugen osv.

Titanholdig jernmalm i gabbrobergarter, spredt over adskillige dele af landet (Soggendal—Ekersund; Lofoten og Vesteraalen; Stjernøen osv.).

Titanholdig jernmalm i gneisbergarter (Rødsand i Tingvold; Ørskoug, Tafjord; Staalkjærn ved Egelands jernverk).

Forekomster af jernmalm, zinkmalm, kobbermalm osv. langs Kristianiafeltets graniter (Skreia, Romerike, Hadeland, Grorud, Lier, Skouger osv.).

Bly- og zinkmalmforekomster ved Randsfjorden, Konerud osv.

Zinkblendeforekomster i Saude, Ryfylke.

Forekomster af nikkelholdig magnetkis, spredt næsten over det hele land (navnlig i Askim, paa Ringerike, i Sigdal, Bamble, Evje, Hosanger, Espedalen, Værdalen, Beieren, Senjen osv.).

Forekomster af koboltmalm, paa Modum og Snarum.

Krommalmforekomster, navnlig i distriktet fra Røros (Feragen) til Lesje, videre flere steds i det nordlige Norge.

Desuden en del øvrige forekomster og forekomstgrupper, som her ikke nærmere skal opregnes.

Paa det udstillede „kart over Norges malmforekomster" vil man — selv om de forskjellige betegnelser i enkelthederne skulde maatte behøve nogen korrektion — faa et ganske godt overblik over udbredelsen af de vigtigste forekomst-grupper i vort land.

Norges bergverksdrift,

1850—97 og 1840—97, grafisk fremstillet.

De grafiske karter og tabeller, tilhøire paa kartet, er udarbeidede paa grundlag af de gjennem det statistiske centralbureau udgivne „Tabeller vedkommende Norges bergverksdrift" og prof. *Th. Hiortdahls* „Forsøg til en norsk bergstatistik 1851—75", videre efter øvrige kilder og privat indhentede oplysninger.

Ved vort lands bergverksdrift (herunder apatit, feldspat, stenindustri, cement osv. ikke medregnet) har produktionens bruttoværdi og antal arbeidere beløbet sig til:

		Produktionens bruttoværdi	Antal arbeidere
	1840	ca. 2.9 mill. kr.	
Gjennemsnitlig aarlig.	1841—50	- 3.0 —	
	1851—55	- 3.6 —	ca. 3700
	1856—60	- 3.7 —	- 3400
	1861—65	- 3.2 —	- 3650
	1866—70	- 4.2 —	- 3400
	1871—75	- 5.8 —	- 3050
	1876—80	- 4.4 —	- 2300
	1881—85	- 4.4 —	- 2550
	1886—90	- 3.0 —	- 2400
	1891—95	- 2.8 —	- 2200
	1896	- 3.2 —	- 2400
	1897	- 3.8 —	- 2700

Bergverksdriften har i vort land ikke udviklet sig i samme proportion som vore øvrige vigtigere næringsveie, men snarere staaet stille eller endog gaaet tilbage; hovedgrunden hertil er at søge i, at de fleste malmforekomster i vort land ikke er tilstrækkelig store og rige. Dog synes der at være opsving til det bedre i det nordlige Norge, som temmelig sikkert er den metalrigeste del af vort land. — Desuden kan fremhæves, at medens det navnlig er bergverksdriften paa jern, videre paa sølv, nikkel, kobolt og krom, som hos os er gaaet tilbage, har produktionen af kobber og kis i det hele og store været i stigende; og Norge er et af de paa kobber rigeste lande i Europa, — nemlig i Europa med hensyn til produktion af kobber no. 3 (1 Spanien, 2 Tyskland, 3 Norge), ligeledes no. 3 med hensyn til kisexport (1 Spanien, 2 Portugal, 3 Norge).

Vi skal medtage en kort statistisk oversigt til belysning af landets bergverksdrift.

Kongsberg sølvverk.

Produceret vægt sølv, til værdi[1]).

1624—1815,	vægt	561,180 kg.,	til bruttoværdi	88.7 mill. kr.
1816—1/7 1897,	-	345,930 -	- —	51.1 - -
1624—1897,	vægt	907,110 kg.,	til bruttoværdi	139.8 mill. kr.

Fra verkets begyndelse i 1624 til 1814 (eller 1805) medførte driften, ifølge prof. *Hellands* overslag, et samlet tab af omkring 3,175,000 Rdl., svarende til 12—13 mill. kr.; fra 1814 til 1/7 1897 har det samlede nettoudbytte derimod beløbet sig til 21 mill. kr., her tabet i de allersidste aar, efter sølvets store prisfald, fraregnet.

Værdien af sølvverkets produktion har i de senere aar beløbet sig til oftest noget over 400,000 kr. aarlig.

Svenningaasens sølvertsgrube i Vefsen, Nordlands amt.

Samlet produktion 1876—1896 til bruttoværdi næsten 1½ mill. kr., hvoraf noget er netto.

Paa Bømmeløen er 1883—1895 bleven produceret omkring 121 kg. *guld* til samlet værdi 300,000 kr. Desuden har i flere aar fundet sted omfattende forsøgsarbeider ved Svartdals guldforekomst i Telemarken, og høsten 1897 blev Eidsvolds gamle guldverk gjenoptaget til drift.

De mange gamle og temmelig smaa *jernverk* i vort land — nemlig Eidsvold, Hakedalen, Moss, Bærum, Hassel, Eidsfos, Fritsø, Holden, Fossum, Bolvig, Egeland, Froland med flere — blev i tiden omkring og efter midten af aarhundredet, navnlig i 1860-aarene, nedlagte, det ene verk efter det andet; dog med undtagelse af Næs jernverk i nærheden af Tvedestrand, som fremdeles drives; man henter her sin malm fra Klodeberg

[1]) Denne statistik er for tiden til midten af 1880-aarene hentet fra prof. *A. Hellands* afhandling „Kongsberg Sølvværks Drift før og nu" (Archiv for mathem. og naturv., b. 10, 1886). — 1 Rdl. er her og i det følgende omregnet til 4 kr.

grube ved Arendal, malmen smeltes i masovn ved Næs og forædles her videre til staal. Verkets produktion kan skjønsmæssig anslaaes til værdi omkring 1/4 mill. kr. aarlig.

Den gjennemsnitlige aarlige produktion af rujern i Norge[1]):

1841—50	9760	tons
1851—55	9090	—
1856—60	8830	—
1861—65	7720	—
1866—70	5240	—
1871—75	1970	—
1876—80	1040	—
1881—85	827	—
1886—90	460	—
1891—95	400	—

Om de talrige jernmalmforekomster i vort land henvises til en række special-beskrivelser.

Paa de udstillede grafiske karter over landets bergverksdrift er der vedrørende jern forsaavidt en inkonsekvents, som værdiangivelsen for perioderne 1851—60, 1861—70 og 1871—80 kun gjælder værdien af den udbrudte jernmalm, medens angivelserne for 1881—90, 1891—96 og 1897 for Næs jernverk gjælder værdien af verkets produktion i noget forædlet stand.

Bergverksdriften paa *nikkel* begyndte i vort land i slutten af 1840-aarene; de ældste nikkelverk var Ringerikes og Espedalens; senere blev anlagt verk i Bamle, i begyndelsen af 1870-aarene ogsaa i Askim, Sigdal og Evje, tilslut ogsaa i Senjen og Skjækerdalen (samt delvis Hommelvik).

Mængden af nikkel i produktionen af nikkelmalm og nikkel-smelteprodukt ved landets samtlige nikkelverk samt produktionens værdi beløb sig til[2]):

---

[1]) For tiden indtil 1875 efter *Th. Hiortdahls* „Forsøg til en norsk bergstatistik 1851—75".

[2]) For tiden indtil begyndelsen af 1890-aarene ifølge min afhandling „Nikkelforekomster og nikkelproduktion" (Norges geologiske undersøgelse, No. 7, 1892).

Gjennemsnitlig aarlig.	Tons nikkel-indhold.	Produktionens værdi.
1851—55	ca. 30 tons	ca. 0.1 mill. kr.
1856—60	- 10 —	
1861—65	- 35 —	
1866—70	- 50 —	- 0.20 —
1871—75	- 145 —	- 1.30 —
1876—80	- 150 —	- 0.95 —
1881—85	- 120 —	- 0.55 —
1886—90	- 100 —	- 0.25 —
1891—95	- 90 —	- 0.20 —

De nikkelverk, som længst holdt sig oppe, er Ringerikes nikkelverk og Evje nikkelverk; begge er dog nu — om end antagelig kun foreløbig — nedlagte.

Som jeg i forskjellige brochurer har forsøgt at godtgjøre, bør vore samtidig med hensyn til malmmængde, til malmens midlere nikkelgehalt og til kommunikationsforholde bedst situerede nikkelmalmforekomster ved moderne metallurgiske anlæg kunne holde sig i konkurrencen med de ny-caledonske og canadiske forekomster.

Koboltmalm er hos os kun bleven udvundet ved Modums blaafarveverk, tidligere ogsaa ved et tilsvarende verk i Snarum (annex til Modum).

Ved Modums blaafarveverk har følgende antal arbeidere gjennemsnitlig aarlig været beskjæftiget:

1851—55	200 ?	arbeidere
1856—60	200	—
1861—65	175 ?	—
1866—70	58	—
1871—75	115	—
1876—80	140	—
1881—85	140	—
1886—90	155	—
1891—95	80	—
1896—97	32	—

Af *krommalm* har man til forskjellige tider udbrudt et eller nogle faa hundrede tons aarlig — i perioden 1851—65 endog 600—700 tons aarlig, — navnlig i gruberne i omegnen af Røros, tidligere ogsaa i Tønsæt, Lesje osv., i de senere aar desuden i Nordlands amt.

Zinkmalm er i mindre mængde bleven produceret ved et par gruber, tidligere ved Jarlsverk verk (nedlagt 1875); siden begyndelsen af 1880-aarene navnlig i Saude i Ryfylke (største produktion her i 1889 og 1890, lidt over 3000 tons zinkmalm aarlig); desuden endnu ved et par forekomster. — Ved nogle gruber (Espeland ved Tvedestrand; Skrataas i Stod; nogle skjærp nær Randsfjorden) har man nu og da udvundet lidt *blymalm*, tildels sølvholdig.

Den gren af vor bergverksdrift, som omfatter **kobbermalm,** der ved mange af vore forekomster (ex. Røros, Vigsnæs, Sulitelma) ogsaa ledsages af *kis* („*exportkis*"), har helt siden midten af det 17de aarhundrede været af fremskudt betydning; og produktionen ved vore kobberverk og kisgruber, ligeledes antal arbeidere beskjæftigede ved kobberverkene og kisgruberne, er nu større end overhovedet nogensinde tidligere; det økonomiske resultat derimod er i det hele og store ikke saa tilfredsstillende som forud, paa grund af det betydelige fald i kobberets pris, sammenlignet med prisen indtil midten af 1870-aarene.

Oversigt over Norges bergverksdrift paa kobber og exportkis[1]).

(Gjennemsnitlig aarlig).	Norges bidrag til den samlede kobberproduktion.	Deraf i Norge produceret metallisk kobber.	Værdi af kobber og exporteret kis, malm, skjærsten.	Antal verksarbeidere ved kobber- og kisgruberne samt ved kobberhytterne.
1646—1651	ca. 70 tons		0.03 mill. Rdl.	
1652—1660	220 „			
1661—1670	240 „		0.10—0.13 mill. Rdl.	
1671—1680	240 „			
1681—1690	260 „			
1691—1700	290 „			
1701—1710	340 „			
1711—1720	370 „		0.15—0.20 mill. Rdl.	antagelig 1000—1200.
1721—1730	370 „			
1731—1740	410 „			
1741—1750	540 „		0.25—0.29 mill. Rdl.	
1751—1760	570 „			
1761—1770	670 „		0.30—0.37 mill. Rdl.	antagelig 1200—1400, høist 1600.
1771—1780	740 „			
1781—1790	690 „			
1791—1800	540 „		0.27—0.36 mill. Rdl.	
1801—1810	480 „			ca. 900
1811—1820	260 „		0.55 mill. kr.	„ 600
1821—1830	410 „		0.75 „ „	„ 800
1831—1840	ca. 575	528	1.00 „ „	„ 1100
1841—1850	„ 585	585	0.87 „ „	„ 1050
1851—1860	„ 585	562	1.05 „ „	„ 1025
1861—65	ca. 600	520	1.1 mill. kr.	1275
1866—70	„ 1200	520	2.3 „ „	1875 Henimod halvdelen af det hele beskjæftiget ved produktion af exportkis.
1871—75	„ 1600	510	2.8 „ „	1550
1876—80	„ 1800	450	2.05 „ „	1275
1881—85	„ 2500	350	2.5 „ „	1600
1886—90	„ 2150	361	1.8 „ „	1400
1891—95	„ 2400	700	2.1 „ „	1425
1896	„ 2650	636	2.2 „ „	1650
1897	„ 3100	ca. 1025	2.8 „ „	2000

[1]) Denne og de fleste øvrige statistiske oversigter vedrørende vort lands kobberverk og kisgruber er hentet fra mit arbeide „Kobberets historie, med særligt hensyn til den norske bergverksdrift paa kobber". (1896).

At bergverksdriften paa kobber og kis er i stigning — endskjønt Vigsnæs-verket (1865—1894), som i 1870- og 1880-aarene var meget betydeligt, nu er nedlagt — beror paa den omfattende drift ved Sulitelma kobberverk (grundlagt i slutten af 1880-aarene) og derpaa, at arbeidet ved Røros kobberverk i de senere aar er bleven udvidet; Aamdals kobberverk i Thelemarken drives ogsaa i ganske betydelig stil, og desuden er i de senere aar optaget flere store kisforekomster (Bosmo i Ranen, Killingdal i Guldalen) samt ogsaa det i 1870-aarene nedlagte Altens kobberverk.

Røros kobberverk.

Verkets produktion.

1644—1814;	45.400 tons kobber til værdi	ca. 22 mill. Rdl. eller ca. 88 mill. kr.
1815—1897;	28.100 — — „ —	40.2 mill. kr.
1880—1897;	ca. 260.000 tons exportkis til værdi	ca. 4.5 mill. kr.
Sum 1644—1897;	73.500 tons kobber og 260.000 — exportkis	til bruttoværdi ca. 133 mill. kr.

Driftens nettoudbytte
(til verkets participanter).

1644—1814	1644—1772, antagelig	3½ mill. Rdl.
	1773—1814	3.168.000 Rdl.
	ialt ca. 6⅔ mill. Rdl. =	ca. 27 mill. kr.
1815—1897		ca. 9¼ mill. kr.
1644—1897, sum med rundt tal		36 mill. kr.

Desuden statens indtægt af Røros kobberverk, ved tiende, udførselstold og særlige produktionsafgifter, i perioden 1644—1846.

1644—1814;	3.696.700 Rdl.	=	14¾ mill. kr.
1815—1846;	247.500 Spd.	=	1 — „
		Sum	15¾ mill. kr.

Videre foreligger opgave over den samlede produktion ved de vigtigste af de mindre trondhjemske kobberverk, som navnlig var af betydning i forrige og indtil omkring midten af dette aarhundrede.

Løkkens kobberverk i Ørkedalen; samlet produktion af kobber 1652—1814 omkring 64.700 Skiæ. = 10.300 tons, til samlet værdi 4½ mill. Rdl. = 18 mill. kr.; verket ogsaa drevet efter 1814.

Meraker (eller Selbo) kobberverk med hovedgrube Lillefjeld i Meraker; samlet produktion 1717 til omkring 1890 ca. 7500 tons garkobber.

Foldalens kobberverk, samlet produktion 1748—1876 ca. 4250 tons garkobber.

Kvikne kobberverk, samlet produktion 1832—1789 ca. 3000 tons garkobber.

Af den ved *Vigsnæs kobberverk* (1865—94; grubens vertikale dyb 735 m.) producerede kis og kobbermalm er ialt bleven fremstillet omkring eller kanske noget over 20,000 tons kobber.

Ved *Altens kobberverk* i Finmarken blev 1825—1878 produceret dels færdigt kobber og dels exportkobbermalm med samlet indhold omkring 6000 tons kobber.

Ved *Aamdals kobberverk* i Thelemarken er 1876—1897 produceret kobbermalm med et samlet indhold af omkring 5750 tons kobber; desuden med rundt tal 1000 tons kobberindhold ved driften i 1860- og den første halvdel af 1870-aarene, foruden produktionen i tidligere dage.

Landets to største bergverk for tiden er *Sulitelma kobberverk* (i 1897 med omkring 625 arbeidere; produktion 342 tons bessemerkobber og omkring 30,000 ganske kobberrig exportkis)

og *Røros kobberverk* (omkring 700 arbeidere; produktion omkring 700 tons raffinadkobber og 20,000 tons exportkis).

Ved følgende kobbermalm- og kisgruber i vort land er i sum, fra grubernes optagelse, bleven produceret følgende vægtmængde malm:

Røros kobberverk (gruberne fremdeles med betydelige malmtilgange). { Kongens grube, hidtil ialt omkring 450,000—500,000 tons smeltemalm og 250,000 tons exportkis. Storvarts lidt over 500,000 tons smeltemalm, à 6—7 % kobber. Muggruben, omkring 350,000 tons smeltemalm, à 4½ % kobber.

Vigsnæs. 1865—1894; grubens dyb 735 m.; produktion ca. 900,000 tons kis.

Foldal. Produktion i perioden 1748—1876 ca. 300,000 tons kis; desuden beholdning alene i hovedgruben beregnet til med rundt tal 1 mill. tons.

Ytterøen. Omkring 500,000 tons kis.

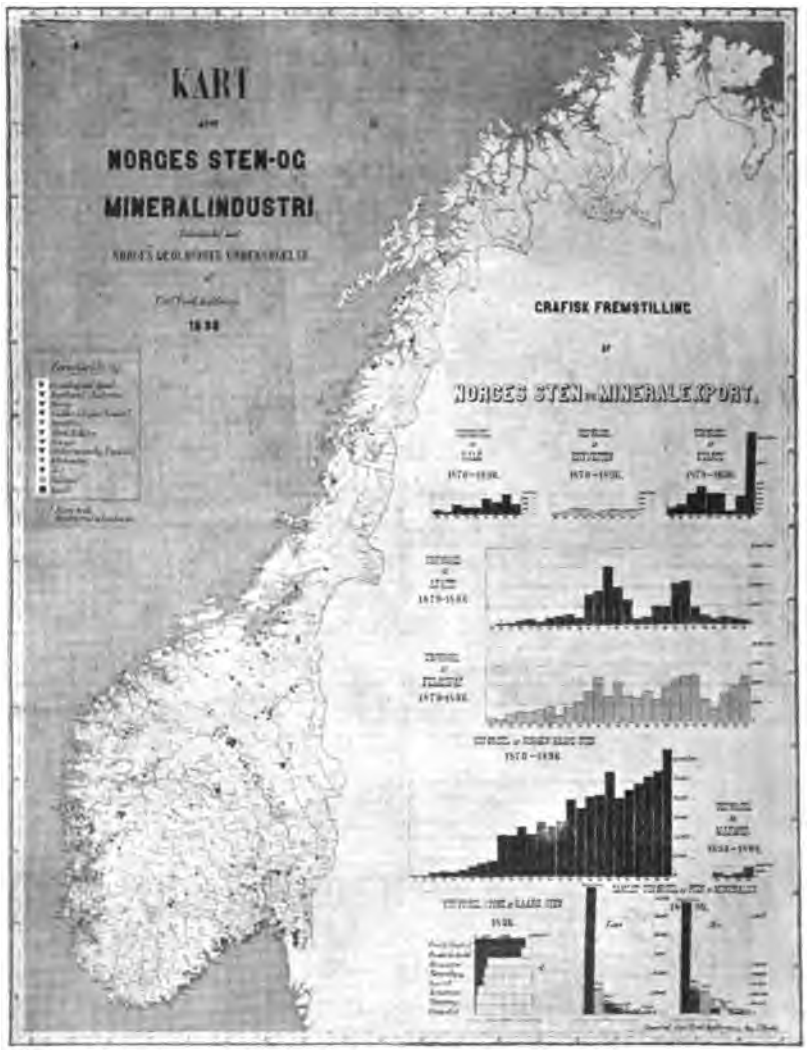
Lillefjeld grube i Meraker; i perioden 1760—1890 omkring 100,000 tons smeltemalm à 6 % kobber.

Ved Sulitelma kobberverk, som først blev optaget til drift i slutten af 1880-aarene (antal arbeidere i 1889 ca. 50; i 1893 512; i de senere aar noget over 600), og hvor malmforraadet i gruberne endnu ikke er stærkt angrebet, er indtil udgangen af 1897 i sum bleven produceret omkring 170,000 tons kobbersmeltemalm og exportkis, med samlet indhold med rundt tal 7000 tons kobber.

Medens bergverksdriften i de senere aartier har staaet stille eller paa mange omraader endog gaaet tilbage, har vor stenindustri, saaledes som nærmere illustreret ved „Kart over Norges mineral- og stenindustri" med tilhørende text, udviklet sig i ganske væsentlig grad. Den samlede produktionsværdi af landets bergverksdrift og den forretningsmæssig drevne stenindustri — herunder granit, „labrador", marmor, tagskifer, klæbersten,

feldspat, apatit samt cement medregnet, derimod ikke brændt kalk og heller ikke teglverksprodukter — kan for 1897 anslaaes til mindst 7, antagelig nærmest omkring 7½ mill. kr. — et beløb, som er høiere for 1897 end overhovedet for noget tidligere aar.

De næringsveie, som er grundlagte paa de i vore fjelde skjulte mineralrigdomme, er saaledes, om der end paa dette omraade i de senere aartier har fundet sted en betydelig forskyvning af bedriftens natur, i det hele og store i fremskridt; og fremtiden vil temmelig sikkert ogsaa kunne udvise en fortsat udvikling.



Autotypi af kartet over Norges sten- og mineralindustri.

III. Kart over Norges sten- og mineralindustri

udarbeidet ved Norges geologiske undersøgelse af

Carl Fred. Kolderup.

Paa kartet er afsat de forskjellige kjendte brud og forekomster af teknisk brugbar sten samt endel vigtigere brud paa feldspat og apatit. De større stenbrud er betegnede ved større triangler (side = 1 cm.), de mindre brud og forekomster ved mindre triangler (side = 0.5 cm.). Det samme princip er fulgt for mineralindustriens vedkommende, bare med den forskjel, at her er anvendt kvadrater, og at der ikke er medtaget andre forekomster end de, der er eller har været gjenstand for drift. Baade triangler og firkanter er udfyldt med den farve, som ifølge kartets farveforklaring skal angive vedkommende stensort eller mineral.

Det gjælder naturligvis her som ved kartet over den norske bergverksdrift, at det subjektive skjøn paa mange steder kommer at spille en stor rolle ved bestemmelsen af flere forekomsters og bruds størrelse, og endvidere vil man ogsaa her have vanskelig for at afsætte alle de i nærheden af hinanden liggende brud. Man faar da optage en skjønsmæssig beregning angaaende størrelse og produktion af samtlige indtil hinanden stødende brud og saa efter omstændighederne afsætte den større eller mindre betegnelse.

Kan end et saadant kart over stenindustrien ifølge sin natur ikke give et saa detaljeret billede, som det kanske for enkelte vilde være ønskeligt, saa vil det dog give en ganske

god oversigt over forholdene. Det vil f. eks. straks falde i øinene, at tyngdepunktet af vor sten- og mineralindustri ligger i det sydøstlige Norge, hvor alle vore større brud paa, hvad jeg har sammenfattet paa de grafiske tabeller som haard sten (d. v. s. granit, rød syenit, augitsyenit, porfyr og gabbro), ligger. Her er ogsaa vore feldspat- og apatitbrud samlet, af hvilke sidste særlig bruddene ved Bamble træder skarpt frem paa kartet. Det vil endvidere være iøinefaldende, hvorledes tagskiferforekomsterne, naar vi undtager et mindre komplex oppe omkring Trondhjem, ordner sig paa et bredt belte, der fra kysten mellem Stavanger og Bergen i vest strækker sig i nordøstlig retning helt hen til rigsgrænsen. Ogsaa de vigtigere klæberstensforekomster grupperer sig paa en lignende maade i et belte skraat over landet, et belte, hvis sydøstre grænse omtrent markeres ved en linie Stavanger — Lille Elvedalen, og hvor den nordvestre grænse betegnes ved en linie, der kan tænkes trukket fra Florø til Stenkjær. Der optræder imidlertid en del spredte forekomster udenfor dette belte og da navnlig en del i Smaalenene. Marmorforekomsterne er væsentlig knyttede til Nordland, men fortsætter herfra sydover langs kysten helt ned til Stavanger.

Sammenligner vi saa med det samme dette kart med Kjerulfs og Dahlls geologiske oversigtskart, vil vi se, hvorledes de forskjellige brud er knyttet til bestemte geologiske zoner.

Vore granitbrud er dels knyttet til grundfjeldets gamle graniter (paa Kjerulfs kart lysrød), saaledes f. eks. bruddene ved Idefjorden, ved Fredriksstad og ved Fevig, dels til Kristianiafeltets yngre graniter, f. eks. bruddene omkring Drammen. Til dette samme Kristianiafelts eruptiver, der er betegnet med de sterk rødlige og brunprikkede gule farver paa oversigtskartet, er ogsaa vore brud paa rød syenit, augitsyenit („labrador") og porfyr knyttet.

Tagskiferne tilhører dels den med blaagraat betegnede sparagmitformation, dels de glinsende skifere (lys grøn) og dels den saakaldte høifjeldskvarts (gul). Desuden optræder der ogsaa tagskifer i de med grønne farver betegnede siluretager

i det trodhjemske. I mange tilfælde optræder tagskiferne i en bestemt horizont i disse forskjellige afdelinger.

Klæberstenen optræder i de samme geologiske zoner som tagskiferne, men kan ogsaa forefindes i grundfjeldet, som f. eks. forekomsterne i Smaalenene.

Marmoren er væsentlig knyttet til de omvandlede silurafdelinger, men kan ogsaa, som f. eks. i Romsdalen, optræde i grundfjeldet.

Vore sandstene er knyttet til Kristianiafeltet og er af devonisk alder.

Forekomsterne af mørk kalksten findes ligedan i Kristianiafeltet og tilhører silurformationen.

Dette var, hvad der falder i øinene ved det første flygtige blik paa kartet og ved en kort sammenligning mellem stenkartet og det geologiske oversigtskart. Vi skal saa med stadig henvisning til kartet se lidt nærmere paa de forskjellige grupper af vor sten- og mineralindustri.

Stenindustrien.

Medens vort lands bergverksdrift er en erhvervskilde, hvis alder regnes i aarhundreder, er den norske stenindustri af forholdsvis ny dato, idet den skriver sig fra sidste halvdel af dette aarhundrede. Har den imidlertid ikke den støtte, som ligger i et gammelt, grundfæstet ry, saa maa det dog paa grund af den raske udvikling, den har undergaaet i den korte tid, den har existeret, være berettiget at knytte de bedste forhaabninger til den. Der har ogsaa i den senere tid været sporet adskillig interesse for denne del af vor industri, der delvis har faaet sit udslag i feider i tidsskrifter og aviser. Der har ogsaa i de senere aar udviklet sig en speciel gren af den geologiske literatur, der har sat sig som maal at henlede opmærksomheden paa de naturlige rigdomme, vort land besidder. Jeg citerer her det væsentligste af denne literatur, idet jeg samtidig gjør opmærksom paa den diskussion, der førtes i Teknisk ugeblad forrige aar.

J. H. L. Vogt: Norges nyttige mineraler og bergarter. 1882.

J. P. Friis: Ertsforekomster og nyttige bergarter i Gudbrandsdalen. Teknisk tidsskr. 1890.

H. Reusch: Huse af granit. Morgenbladet 13 april 1890.

C. H. Homan: Fjeldbygningen inden rektangelkartet Selbus omraade. N. G. U. skrifter no. 2, 1890.

J. P. Friis: Feldspat, kvarts og glimmer, deres forekomst og anvendelse i industrien. N, G. U. aarbog 1891.

H. Reusch: Granitindustrien ved Idefjorden. N. G. U. aarbog 1891.

J. P. Friis: Om feldspat og glimmer og deres udvinding. Norsk teknisk tidsskrift 12te aargang.

H. Reusch: Notiser om „labrador" (d. e. augitsyenit), nye fremskridt i granitindustrien og huse af granit. N. G. U. aarbog 1891.

C. H. Homan: Kaolinforekomst i Hurdalen. N. G. U. aarbog 1891.

J. H. L. Vogt: Salten og Ranen. 1891. N. G. U. skrifter no. 3.

J. P. Friis: Udvinding af feldspat og glimmer i Smaalenene. N. G. U. aarbog 1892—93.

A. Helland: Tagskifere, heller og vekstene. N. G. U. no. 10 1893.

C. Riiber: Norges granitindustri. N. G. U. no. 12 1893.

Brøgger og Vogt: Norske forekomster af malme, nyttige mineraler og bergarter. 1894,

H. Reusch: Bryggekar af skifer. Teknisk ugeblad 1ste november 1894.

H. Reusch: Vor granitindustri. Norsk tidsskrift for haandverk og industri 12te januar 1895.

H. Reusch: Den høieste industri i Nordeuropa. Norsk tidsskrift for haandverk og industri 1895.

J. H. L. Vogt: Norsk marmor. N. G. U. no. 22.

C. F. Kolderup: Ekersunds-Soggendalsfeltets bergarter og deres betingelser for anvendelse i stenindustrien. Bergens museums aarbog 1897.

Efterat de interesserede saaledes er gjort bekjendt med den literatur, der angaar vor stenindustri, vil vi se lidt nærmere paa de statistiske oplysninger, vi har om export af stenindustriens produkter. Siden vi her først beskjæftiger os med statistik, omtaler jeg samtidig ogsaa de tabeller, der handler om vor mineralindustri.

Øverst oppe paa den stenkartet ledsagende grafiske fremstilling af exporten møder vi de to rubriker for kalk og brynesten. Som man ser af de hosføiede tal, der angiver udførselsmængden i tons, er det her kun mindre mængder, det dreier sig om.

Vi kommer saa til det ubetinget interessanteste schema, der illustrerer vor udførsel af huggen haard sten fra 1870 til 1896. Ved haard sten sammenfattes da granit, syenit, augitsyenit („labrador"), gabbro og porfyr. Som man vil se af de hosføiede tal ligger her vor stenindustris tyngdepunkt. Saa meget glædeligere er det da at kunne notere, at der i denne branche den hele tid foregaar en jevn, pen udvikling. Naar man ser paa den grafiske tabel, vil man vistnok se, at der er enkelte sterke stigninger, der følges af større fald; men som vi ser, er resultatet i det store og hele en meget smuk stigning, og vi kan konstatere, at saa høit, som vi er naaet i 1896, har vi aldrig naaet før. Udviklingens grænsepunkter er 332 tons i 1870 og 66,233 tons i 1896, den sidste export repræsenterende en værdi af 1,159,100 kr. Den første af de nederste tabeller fortæller os, hvilke byer det er, som har den største export af huggen, haard sten. Som no. 1 i rækken kommer Fredriksstad. hvis udførsel i 1896 beløb sig til 25,968.5 tons, 2) Fredrikshald med 23,710 tons, 3) Drammen 6365 tons, altsaa kun omtrent 1/4 af den export, som Fredriksstad og Fredrikshald havde, 4) Sarpsborg 4705 tons, 5) Larvik 4047 tons, 6) Kristiania 1227 tons, hvorved dog er at merke, at her gaar en del til byens eget forbrug. Som no. 7 og 8 kommer Tønsberg og Grimstad med rene ubetydeligheder paa resp. 130 og 80 tons i 1896.

Den lille tabel ved siden af den store over export af huggen, haard sten viser os vor udførsel af marmor, der jo endnu befinder sig paa sin første udvikling. De 4 aar 1893—96 viser følgende tal:

1893	2000 tons.
1894	1021 -
1895	1995 -
1896	1896 -

I den sidste tabel ser man sammenstillet exporten af de forskjellige af stenindustriens produkter for 1896 saavel i tons som i kroner. Som vi ser, ligger hovedvegten paa den hugne, haarde sten, hvor udførselsværdien beløber sig til 1,159,100 kr., derefter kommer marmor med 243,000 kr., saa feldspat 201,700 kr., apatit 63,800 kr,, brynesten 51,300 kr., kvarts 19,000 kr. og kalk 6,600 kr.

I disse grafiske tabeller er ikke medtaget export af skifer, da man desværre mangler fuldstændige oplysninger om denne. Der er imidlertid ikke tvil om, at vor skiferexport snart vil komme ganske høit op i rækken. Vi har netop fra Voss skiferbrud modtaget endel oplysninger om driften. Efter forretningsførerens velvillige meddelelse er der i

1893	solgt skifer	til en	værdi af	ca. 78,000 kr.
1894	—	—	—	- 84,000 -
1895	—	—	—	- 109,000 -
1896	—	—	—	- 166,000 -

Det er i sandhed meget talende tal, der giver de bedste forhaabninger for selskabets fremtid, og illustrerer, hvorledes man nu har begyndt at sætte pris paa vort lands virkelig gode skifere.

Vi skal se lidt nærmere paa forekomsterne af de forskjellige bergarter, der har faaet teknisk anvendelse og samtidig hermed for hver enkelt gruppe nævne lidt om udførselsværdien.

Granit (*carminrød* paa kartet). Af granit har vi store mængder i vort land, men det er ikke al granit, som er skik-

ket til teknisk anvendelse. Vi har for tiden kun 3 granitfelter, der er gjenstand for stenbrydning, nemlig 1) Fredrikshald—Fredrikstadfeltet, 2) Drammensfeltet og 3) Fevigsfeltet.

Det af disse felter, der ubetinget har faaet den største betydning, er Fredrikshald—Fredrikstadfeltet, der strækker sig fra Idefjordens kyster og op til Kraakstadfjorden, omtrent midtveis mellem Fredrikstad og Moss. Man pleier gjerne at tale om Idefjordsgranit og Fredrikstadsgranit efter de to lokaliteter, hvor hovedmassen af brud er koncentreret. Idefjordsgraniten er som regel graalig, men kan ogsaa være rødlig. De sammensættende mineraler er de almindelige graniters feldspat (ortoklas og oligoklas), kvarts og sort glimmer. Bergarten er tydelig bænket og lader sig med lethed kløve, særlig i retning parallel de næsten horizontale bænkflader. Disse egenskaber i forbindelse med bruddenes heldige beliggenhed giver gode forhaabninger om fortsat udnyttelse af denne forekomst. Exporten fra Fredrikshald beløb sig i 1896 til 23,710 tons.

Fredrikstadsgraniten er ikke fuldt saa heldig for drift, da den for det første ikke lader sig kløve saa let som Idefjordsgraniten, og for det andet savner dennes ensartede præg, navnlig er den paa sine steder mere grovkornig og noget løs. Trods dette er der dog en travl virksomhed omkring i Fredrikstadfeltet, og udførselen angives for 1896 at beløbe sig til 25,968,5 tons, altsaa mere end fra Fredrikshald.

Drammensfeltet strækker sig langs begge sider af Drammensfjorden og derfra videre op til Tyrifjorden, paa sine steder dog afbrudt af siluriske lagrækker med skifere og kalkstene. Det indtager ialt et fladerum af ca. 700 km^2. Bruddene ligger dels ved selve Drammensfjorden og dels lidt vest for Drammen. Bergarten er en granitit, der bestaar af feldspat, kvarts og glimmer, den sidste altid i underordnet mængde. Feldspaten er for den væsentligste del en kjødrød ortoklas; men ved siden heraf optræder der ogsaa en ofte noget omvandlet, hvidagtig oligoklas. Kløvet er meget bra. I 1896 beløb exporten fra Drammen sig til 6365 tons.

Fevigs granitfelt er, som det af det geologiske oversigtskart over det sydlige Norge fremgaar, et mindre granitfelt, der optræder paa strækningen mellem Grimstad og Arendal og overalt er omgivet af grundfjeldsgneis. Graniten, der bestaar af kjødrød ortoklas, kvarts og sort glimmer, viser sig mindre konkurrancedygtig end Idefjordsgraniten, da den baade er mere grovkornig, saa den vanskelig faar nogen større anvendelse til gadesten, og heller ikke saa let lader sig kløve. Imidlertid er den adskillig anvendt i kystbyerne dernede, og der foregaar ogsaa lidt export fra Grimstad; i 1896 80 tons.

Vi har som bekjendt ogsaa en hel del andre granitfelter, som ligger ganske heldig til, men nogen egentlig drift er der ikke igang. Muligheden er vel ikke udelukket for, at man kunde komme til at tilgodegjøre lidt af det store Kristiansandsfelt og maaske ogsaa endel af vestlandets graniter, paa hvilke der forresten paa Bømmeløen skal være nogle mindre brud. Graniterne nordenfjelds ligger vel for langt borte og er endnu ikke undersøgt med hensyn paa teknisk brugbarhed.

Syenit (ligesom granit med *carminrød* farve). Den røde kvartsførende syenit, der optræder over store strækninger nord for Kristiania, brydes ved feltets sydgrænse i talrige brud, der strækker sig fra Sognsvandet i vest til Nitedalen i øst. Bergarten, der ofte betegnes som granit, bestaar væsentlig af rød feldspat, men der forekommer ogsaa en hvidlig oligoklas, endel hornblende og lidt kvarts. I almindelighed er den middelskornig og ofte opfyldt af smaa druserum, der, hvor det gjælder finere bearbeidelse, i høi grad forringer stenens værd. Størstedelen af stenen benyttes i Kristiania ved de mange bygningsforetagender der; men endel exporteres ogsaa; i 1896 udførtes der saaledes fra Kristiania 1227 tons.

Augitsyenit eller som den i daglig tale ofte kaldes „labrador" er paa kartet betegnet med en *lys brunrød* farve. Denne eiendommelige og ualmindelig vakre bergart forekommer i et felt, der fra Langesundsfjorden strækker sig op til Tønsberg. Denne augitsyenit, hvoraf der forresten er flere varieteter, bestaar af feldspat (rødlig eller graalig) samt augit. Smukkest

er de lyse og mørkegraa varieteter med den farvespillende feldspat, der naturligvis er særlig egnet til at tage sig godt ud paa poleret flade. En ulempe ved bergarten er det, at den har saa daarlig udviklet kløv, at brydningsomkostningerne bliver saa store. Trods dette vil imidlertid bergarten paa grund af det vakre udseende kunne klare sig i konkurrancen. De vigtigste brud paa de graalige varieteter ligger paa Nøterø, ved begge sider af Viksfjorden strax øst for Larvik, samt ved Fredriksværn. De rødlige varieteter brydes væsentlig paa Bolærne og Hvalø. Fra Larvik udførtes i 1896 4047 tons.

Porfyr (*lys brun* paa kartet). Af porfyrbergarter brydes nogle feldspatporfyrer, hvor der i en tæt, mørk grundmasse optræder endel feldspatindivider, som enten pleier at tegne sig som smaa smale søiler eller ogsaa som skjæve firkanter mod grundmassen. Flere af disse typer tager sig godt ud i poleret tilstand, men er desværre vanskelig at faa i større blokke, da bergarten er gjennemsat af mange sprækker. De vigtigste porfyrbrud er ved Slotsfjeldet nær Tønsberg og ved Hegdekjær lidt vest for Grimstad.

Gabbro (*mørk brun* farve paa kartet) har været brudt adskillige steder i Kragerøs nærhed. Bergarten bestaar af en skjæv feldspat og augit. Den er ligesom foregaaende ikke let at faa i større blokke.

Labradorsten (*mørk brun* paa kartet) er en bergart, som staar nær gabbroerne, og som i trakterne omkring Ekersund og Soggendal optræder med flere smukke varieteter. Paa flere steder er brydningsforholdene meget heldige, og det er at haabe, at disse bergarter snart maa finde sin anvendelse.

Af andre haarde bergarter vil vistnok endel af vore gneise kunne byde et ganske bra byggemateriale og vil som raat tilhugne grundmurstene tage sig godt ud. I Bergen sees de anvendt paa denne maade.

Marmor (*lys blaa* farve paa kartet). Af marmor haves væsentlig to sorter, kalkspatmarmor og dolomitmarmor, af hvilke den første paa grund af større kornfasthed har adskillige fortrin. Det vilde imidlertid føre for vidt her at gaa nærmere ind paa de

forskjellige marmorsorter, deres fordele og mangler. For dem, der ønsker nærmere rede paa disse sager, henvises til Vogts bog „Norsk marmor", der er udgivet af Norges geologiske undersøgelse og sælges hos boghandlerne til en pris af 1.50 kr. Udseendet vil kunne sees af de mange slebne marmorprøver i udstillingens midtmontre.

Som det af kartet vil sees, er vort land ikke saa fattigt paa marmor; men paa en del af de her afmærkede forekomster har desværre marmoren liden teknisk betydning, dels fordi der er for lidet af den, dels fordi kvaliteten er mindre god. Tyngdepunktet for vor marmorindustri synes at maatte komme til at ligge oppe i Nordland, sandsynligvis omkring Salten.

Størstedelen af de nordlandske brud er nu paa den Ankerske marmorforretnings hænder, et norsk-dansk aktieselskab med en aktiekapital af 1½ million kr., hvoraf ⅖ norsk og ⅗ dansk. Mindst halvparten af selskabets bestyrelse maa være norske borgere. Bruddene agtes drevet i stor stil. Nu er jernbane anlagt ved bruddene og større kai ved Fauske havn, elektrisk lysanlæg ved bruddene og stort sag- og polerverk ved Fredrikshald og i Kjøbenhavn o. s. v.

Produktionen af færdig vare beløb sig ifølge professor Vogts oplysninger i „Norsk marmor" til følgende mængder:

1893	ca.	281	m^3 marmor
1894	-	362	- —
1895	-	550	- —
1896	-	2167	- —

Over arbeidsstyrken haves følgende optegnelse.

I 1894	beskjæftigedes	40-60	mand	v. bruddene og	50-75	v. sliberiet.
I 1895	—	75	—	—	75	—
I 1896	—	130	—	—	90	—

Paa flere af vestlandets forekomster drives der af firmaet P. G. Rieber & Søn i Bergen. Af hr. Riebers prøver tiltrækker særlig den fra Mosterhavn sig adskillig opmerksomhed (se gulvmontren).

Kalksten (*mørk blaa* paa kartet). Bruddene paa kalksten er som før nævnt knyttet til silurlagene i Kristianiafeltet. Exporten har stadig holdt sig inden meget beskedne grænser, og nogen egentlig udvikling kan ikke spores.

Sandsten (*violet* paa kartet) findes flere steder paa østlandet i saadan mængde og af saadan kvalitet, at det gaar an at drive brud paa den. De forekomster, som er blevne drevne, er paa Jeløen ved Moss, nær Holmestrand, paa Ringerike og i Brummunddalen.

Jeløens sandsten anvendes dels til gadesten og dels til heller. Størstedelen gaar til Kristiania, endel gaar ogsaa, ifølge professor Helland, til Drammen, Moss og Skien. Produktionen anslog Helland i 1892 til ca. 2000 gadesten aarlig. Beliggenheden er heldig; men arbeidsmaaden synes at kunne være bedre.

Holmestrandssandstenen brydes dels i selve Holmestrand dels lidt udenfor ved Bogen. Anvendelsen er gadesten. Bruddene ligger meget bekvemt.

Ringerikes sandsten benyttes væsentlig til heller. Helland anfører, at hellerne herfra er fastere end de fra Jeløen, og at der antageligvis aarlig gaar over 2000 kvadratalen til Kristiania foruden lidt til Drammen.

Brummunddalens sandstene er rødlige (se udstillingskassen under kartet over stenindustrien) og er forsøgt tilgodegjort som bygningssten. (Norsk sandstens-co. Kristiania).

Klæbersten eller *veksten* (*grøn* paa kartet). Af denne haves ifølge Delesse tre forskjellige slags: 1) mørkere grønlig kloritveksten, 2) talk-steatitveksten og 3) almindelig veksten, der indeholder talk og klorit i omtrent lige mængde. Bjørlykke, der har studeret klæberstenforekomsterne i Gudbrandsdalen har underhaanden meddelt mig, at han der har udskilt tre slags: 1) omvandlet serpentin af mørk grøn farve, 2) kloritklæber indeholdende væsentlig klorit og 3) almindelig klæbersten af lys farve bestaaende af talk og klorit, hvoraf den første er overveiende. Af klæbersten er paa kartet ikke alene medtaget nuværende brud, men ogsaa gamle brud og de fleste

kjendte forekomster. En hel del af disse er ganske ubetydelige og vil neppe nogensinde kunne drives, paa andre vil det derimod være heldigt at have sin opmerksomhed henvendt. Desværre ligger vor klæberstensindustri rent nede. I de senere aar har der dog været gjort noget for at tilgodegjøre klæberen, og det er at haabe, at de klæberstensforretninger, som nu er startet, maa faa løn for sit arbeide. At der kan gjøres noget udaf vor klæber, vil man kunne se af de to udstillede søiler. I ældre tid var klæberen mere anvendt end nu; men saa dreves der rovdrift i bruddene, og bedriften stansede af sig selv. De bedste forekomster synes at være de i Sel i Gudbrandsdalen, ved store Lee i Smaalenene og ved Øie i Øiesanden i det trondhjemske. De talrige forekomster i det bergenske er smaa og synes ikke af kunne blive af nogen større betydning i teknisk henseende.

Med *gul* farve er betegnet *tagskifer*. Ved tagskifer forstaaes praktisk taget al skifer, der er tjenlig til tagtækning, hvad enten det er den ægte tagskifer d. v. s. en mørk mat lerskifer eller det er krystallinske skifere som glimmerskifere, kloritiske skifere osv. Nogen skarp adskillelse mellem tagskiferbrud og hellebrud findes der som af professor Helland fremholdt ofte ikke; heller vindes som biprodukt i tagskiferbrud, og tagskifer som biprodukt i hellebrud. Vore tagskiferforekomster i det sydlige Norge er, som man af kartet ser, knyttet til et belte, der fra Bergen—Stavanger strækker sig i nordøstlig retning op til Rørostrakterne, og endvidere findes der ogsaa en hel del i trakterne omkring Trondhjemsfjorden. De vigtigste af vore forekomster findes paa Voss, i Valders, i Storelvedalen og i Sel. Ved Messelt skiferbrud i Storelvedalen produceredes ifølge Helland fra begyndelsen af 1891 til midten af 1892 200,000 sten. Ved skiferbruddene i Selsjordnuten i Sel anslaar Helland efter 1893 indhentede opgaver produktionen til 30,000 kvadratalen. Senere skal der være dannet flere nye kompagnier for tilgodegjørelsen af Selskiferen.

Valders skiferbrud skal være drevne i omtrent 100 aar; men Kjerulf var den første, der gjorde denne skifers udmerkede egenskaber bekjendt i videre kredse.[1]) Produktionen ansloges i 1893 til 10,000 m^2, og arbeidsstyrken var 100 mand.

En særdeles smuk udvikling viser Voss skiferbrud, over hvis produktion der tidligere er leveret en statistik. Arbeidsstyrken, der stadig har tiltaget, var i sommeren 1897 400 mand ved bruddene. For at give en forestilling om den raske udvikling kan nævnes, at professor Helland i 1893 anslaar værdien af den samlede norske skiferproduktion til 112,000 kr. aarlig, og i 1896 sælger Voss skiferbrud alene for 166,000, altsaa for 54,000 kr. mere end samtlige skiferbrud i 1893. Der brydes nu tagskifer paa ikke mindre end 19 gaarde.

Et blik paa Voss skiferforretning viser os, at der maa kunne gjøres noget paa tagskiferproduktionens omraade. Hemmende for udviklingen har den høie afgift og rovdriften virket. Paa mange steder lægger ogsaa kommunikationsforholdene hindringer iveien.

Kværnstenindustrien har sit hovedsæde i Selbu, hvor der imidlertid er vanskelige kommunikationsforholde. Bergarten er en glimmerskifer med endel haarde mineraler som granat, disthen, staurolith osv. Paa kartet er kværnstenforekomsterne betegnet med *gule stregede* triangler.

Brynestenindustrien har sit hovedsæde i Eidsborg i Telemarken, hvor bergarten er en glimmerførende kvartsskifer. Brynesten til lokalbrug udvindes paa flere steder som f. eks. i Gudbrandsdalen. Brynestensexporten har altid været ganske ubetydelig. De bedste aar har været 1879 med 238 tons, 1888 men 206 tons og 1896 med 205 tons. Nogen bestemt stigning kan ikke paavises, det har gaaet op og ned. Værdien af exporten kan for aaret 1896 sættes til 51,300 kr. Paa kartet er brynesten betegnet med *gule, oprudede* triangler.

---

[1]) Polyteknisk Tidsskrift, bind 7.

Mineralindustrien.

Medens den norske stenindustri er af meget ung dato, begyndte vor mineralindustri allerede i slutningen af forrige aarhundrede. Meget interessant er i saa henseende den opgave, man har over forbruget af feldspat og kvarts ved den kongl. porcellænsfabrik i Kjøbenhavn. Jeg citerer her efter direktør Friis's ovenfornævnte afhandling: „Om feldspat, kvarts og glimmer" følgende tal for de første aar, saa at man kan faa lidt formening om, hvad det dreier sig om:

„1792 madm. Jørgensen, Næskilen, har faaet betalt for 92 tdr. kvarts à 9 ℔ og 69 tdr. feldspat à 11 ℔ . . . 249 rd." ℔
1793 do. 175 tdr. feldspat à 11 ℔ . . . 287 - 5 -
1794 do. feldspat og kvarts 435 - - "

Det var imidlertid først i 70-aarene, at man fik, hvad man kan kalde, en egentlig mineralindustri, saaledes som ogsaa de grafiske tabeller viser.

Hvad *kvarts*tabellen angaar ser man strax, at det her dreier sig om mindre mængder.

Det næste schema viser os exporten af *apatit*. Som vi ser stiger denne ganske jevnt fra 1870 og til 1882, da den naar sit høidepunkt (med 15,338 tons). Saa synker exporten igjen sterkt indtil den i 1885 naar et minimum paa 1,605 tons. I 1886 gaar det atter lidt op; men forskjellen er liden. Bedre gaar det i de følgende aar, indtil et nyt maximum naaes i 1890 (11,119 tons). Saa begynder et sterkt fald, og det gaar desværre nogenlunde jevnt nedover. I 1896 noteres kun 1,160 tons til en værdi af 63,800 kr.

Gunstigere ser det ud for vor *feldspatbedrift*. Fra 1870 gaar det fra en ringe begyndelse nogenlunde jevnt opover, indtil maximum naaes i 1881 med 11,729 tons. I 1882 stygt fald. Bedre i 1883; men saa bærer det nedover, indtil vi i 1887 noterer et minimum paa 5,923 tons. Nu gaar det jevnt og pent op til 1891 (12,257 tons), saa falder det igjen til et nyt minimum paa 3,506 tons i 1893; men fra dette aar af

gaar det atter opover, og i 1896 noterer vi en export af 12,223 tons til en værdi af 201,700 kr. Naar undtages aaret 1891, hvor exporten beløb sig til 12,257 tons, saa maa 1896 betegnes som det bedste aar for vor feldspatbedrift, hvad mængden angaar.

Feldspat (paa kartet betegnet med *røde* firkanter). Af feldspat haves flere sorter, hvoraf kun den kjødrøde ortoklas har faaet nogen anvendelse. Denne ortoklas forekommer paa grovkornige granitgange, de saakaldte pegmatitgange, sammen med kvarts og glimmer samt en anden feldspat, oligoklas, der kan adskilles fra ortoklasen ved sin gulhvide farve, og ved, at der paa en af oligoklasens spalteflader optræder en meget fin stribning, som mangler hos ortoklas.

Som det af kartet vil sees, er vore feldspatforekomster væsentlig knyttet til Smaalenene og sydøstkysten fra Bamle og ned til Arendal.

Feldspaten anvendes væsentlig til porcellæn, desuden til emalje og fajance, samt til knapper. Et selskab, der skulde anlægge en saadan knappefabrik, er enten dannet eller skal være under dannelse. For den videre bearbeidelse af feldspaten er der oprettet en feldspatmølle i Tvedestrand.

Feldspaten gaar først og fremst til Tyskland, hvor vi har vort bedste marked, men ogsaa til Frankrige, Belgien, Rusland, England og Danmark; ja endog til Amerika er der sendt nogle ladninger.

De byer, fra hvilke der i 80-aarene foregik den største export var Arendal, hvorfra der i 10-aaret 1880—89 exporteredes 25,599 tons, Moss med en export af 14,660 og Fredrikstad med 13,658 tons. Derefter kommer endel andre byer i følgende orden: Kragerø 4100, Kristiansand 2912, Risør 2743, Kristiania 2734, Fredrikshald 2707, Farsund 2428, Mandal 1852, Bergen 886, Sarpsborg 865, Tvedestrand 779, Flekkefjord 252, Stavanger 145, Haugesund 100, Grimstad 16, Porsgrund 12 og Aalesund 6 tons. Man har i denne tid, som man ser, forsøgt

de fleste af de mange pegmatitgange lige fra Fredrikshald og til Aalesund. En nærmere gjennemgaaelse af statistikken viser, at der fra flere af disse steder kun har fundet export sted i et enkelt aar. Dette er f. eks. tilfældet med Haugesund, Grimstad, Porsgrund og Aalesund.

Den grafiske tabel over feldspatexporten er omtalt før.

Kvarts. Den rene klare kvarts, som ofte optræder sammen med feldspat paa pegmatitgangene, har faaet anvendelse i glasfabrikation og har derfor gjennem flere aar været gjenstand for export. Exporten af kvarts (se tabellen paa kartet), om hvilken vi fra 1879 har de første opgaver, har gjennemgaaende holdt sig inden meget beskedne grænser. Til aaret 1894 havde exporten kun 3 gange beløbet sig til over 1000 tons, nemlig i 1882, da den var 1269, i 1885 1083 og i 1892 1025 tons. Senere har produktionen været i 1894 1278, 1895 2366 og 1896 3178 tons.

Glimmer. For at glimmeren skal kunne anvendes, maa den være lys og pen og kunne udvindes i tilstrækkelig store plader. Som minimumsgrænse kan vel i saa henseende sættes 5 × 5 cm. Plader med sprækker og rustflekker er uafsættelig. Glimmer optræder som nævnt sammen med feldspat og kvarts paa pegmatitgangene. Men kun faa af vore pegmatitgange fører glimmer, der tilfredstiller de her nævnte fordringer. Driften har væsentlig været indskrænket til nogle brud i Rakkestad i Smaalenene. Herfra skal i slutten af 80-aarene være udført til Amerika for følgende summer:

1886	574.49	doll.
1887	2,533.17	—
1888	3,233.51	—
1889	1,879.90	—
1ste kvartal 1890	643.57	—
Tils.	8,864.64	doll.

I 90-aarene har driften ligget nede, ja endog været helt stanset; men nu er saavel Rakkestadforekomsterne som en del andre glimmerforekomster i Smaalenene overtaget af aktieselskabet „The norwegian mica company". Om driften, der først tog sin begyndelse høsten 1897, foreligger der endnu intet bestemt. Arbeidsstyrken har været vexlende, kan vel kanske gjennemsnitlig anslaaes til ca. 12 mand.

Glimmer har i det senere faaet adskillig anvendelse som ruder i smelteovne og andre ovne, til isolatorer i de elektriske motorer, til kompasplader, til glitter paa julekort, til fabrikation af ildfast papir o. s. v.

Apatit (paa kartet betegnet med *grønne* firkanter) er et kalkfosfat, der har faaet anvendelse som gjødningsmiddel, idet den behandlet med svovlsyre omdannes til superfosfat. Hertillands optræder apatiten paa en hel del gange nede paa sydøstkysten paa strækningen mellem Bamle og Grimstad. De vigtigste forekomster har været gangene ved Ødegaarden i Bamle; men ogsaa nær Kragerø har der været ganske betydelig drift.

Apatitgangene hernede har vistnok meget længe været kjendte; men først i 50-aarene begyndtes med ordentlig drift. De første statistiske opgaver, vi har, viser, at der i aarene 1854—58 fra en enkelt gang nær Kragerø udtoges 5000 tons til en værdi af 400,000 kr. Først i 70-aarene kom der vind i seilene. Den ene handel fulgte paa den anden, og alle drog ud for at finde apatit, ligesom alt for nogle aar siden opbødes for at finde thorit. I denne tid opdagedes forekomsterne ved Ødegaarden (1872), der allerede 1875 gik over i franske hænder. I en del aar har forekomsten været drevet i stor stil; men saa fik apatiten konkurrenter, og nu staar vi, som den grafiske tabel paa kartet viser, ikke høiere, end vi stod i begyndelsen af 70-aarene. Man kan jo endnu haabe paa et nyt opsving; thi der var stort fald i midten af 80-aarene ogsaa, men nogen overveiende sandsynlighed for, at dette haab skal gaa i opfyldelse, er der dog ikke.

Paa den tid, da exporten var størst, arbeidede der over 600 mand i Ødegaardens gruber. Hvad selve exporten angaar,

saa skal jeg blot henvise til, hvad der tidligere er sagt om denne og kun nævne, at de bedste aar har været 1882 med en udførsel af 15,338 tons til en værdi af ca. 1¼ million kr., 1890 med 11,119 tons og 1889 med 10,665 tons.

Som de fleste af ovenstaaende udsigt over vor sten- og mineralindustri vil se, staar vi her overfor en industri, som vistnok endnu er i sin vorden, men hvortil det maa være tilladt at knytte de bedste forhaabninger; thi udviklingen har i det store og hele taget været jevn og pen. Der har vistnok i flere grene været endel mindre kriser, og vil sandsynligvis komme endnu flere; men det kan dog ikke slaa feil, at her er et felt, hvorpaa der maa kunne udrettes adskilligt.

IV. Profiler fra det sydlige Norge.

Under de tre Norgeskarter er udstillet to 1,7 m. lange profilplader med to geologiske profiler paa hver plade. Disse fire profiler i maalestokken 1 : 200,000, trykt i sort, ledsagede Kjerulf og Dahll's geologisk kart over det søndenfjeldske Norge (1866); de udstilles her haandtegnet farvelagte og de valgte farver refererer sig i det store og hele til farverne paa det geologiske oversigtskart. Det siger sig selv, at disse profiler fra undersøgelsens første arbeidsaar i flere punkter kan være mindre korrekte og kunde behøve revision; men endskjønt der nu i flere tilfælder foreligger materiale til en saadan revision, har vi dog afstaaet fra enhver forandring, forat profilerne kan fremtræde i sin oprindelige skikkelse. De store hovedtræk i bergarternes udbredelse og stilling finder vi i det store og hele korrekt gjengivet; om tolkningen af den geotektoniske bygning hersker der tildels endnu afvigende meninger.

1. *Hovedprofil gjennem Gudbrandsdalen fra Snehætta over Rundan og Mjøsen til Øiern.* Vi ser grundfjeldet i Snehætta's steile lag (graa), derpaa kvartsskifer eller lys sparagmit (gul), saa kommer omvandlede siluriske skifere i folder og steile lag (grøn), gjennemsat af den lyse Dovregranit (rød); derefter kommer den lyse sparagmit i Rundanes alper og sydover, nord for Kvam afbrudt af grønne skifere og gneise, og i søndre og nordre Fron (Sødorp) overleirende den mørke sparagmit (violet), der er omtrent eneraadende i søndre del af Gudbrandsdalen helt til Birid.

Den saakaldte Elstadkvartsit i Ringebu er aflagt med gul farve, fordi den petrografisk har mest tilfælles med den lyse sparagmit; stratigrafisk synes den at være ældre end den mørke sparagmit; muligens skriver dette sig af forkastninger. Omkring Mjøsen optræder siluriske etager, der i syd blir gjennemsat af yngre granit og syenit; derefter stikker grundfjeldet frem fra Eidsvold og sydover, her dog for størstedelen dækket af sandmoer og lerlag (brunlig) sydover mod Øiern, hvor profilet slutter.

2. *Hovedprofil fra Elverum over Røros til Vigelen paa Rigsgrænsen.* Profilet følger Østerdalen og begynder med gammel granit og andre til grundfjeldet hørende bergarter i Elverum; derpaa kommer sparagmitformationen, hist og her overleiret af alunskifere og kalkstene, hvoraf enkelte fører kambriske og siluriske fossiler. Sparagmitformationen tiltager i mægtighed nordover og er omtrent eneraadende hele Østerdalen nordover mod Tronfjeld, hvor den overleires af grønne skifer (Rørosskifere), der gjennemsættes af Tronfjeldets gabbro. De grønlige Rørosskifere gaar mod nord over i Trondhjemsfeltets stærkt omvandlede siluriske bergarter, der hist og her gjennemsættes af serpentin- og gabbrokupper. Den lyse sparagmit træder igjen frem i Vigelen, løftet og gjennemsat af Vigelens granit.

3. *Hovedprofil fra Sognefjord til Drammensfjord.* Profilet begynder med Lærdals labradorstene og graniter, derefter kommer omvandlede skifer og gneise gjennemsat af graniter østover mod Nystuen, hvor man møder Kjerulfs høifjeldskvarts og skifer, der petrografisk ialfald er fuldstændig lig den lyse sparagmit, men overleirer den undersiluriske glinsende skifer. Hvorledes dette forhold lar sig tolke, derom er endnu meningerne delte. Videre gjennem Valders viser profilet, at blaakvarts og glinsende skifer er den fremherskende bergart, mod syd som alunskifere og blaakvarts afvigende leiret paa grundfjeld, der i nordre Aurdal stikker frem i

bunden af dalen og senere udvider sig til et større grundfjeldsparti sydover mod Næs ved Randsfjorden. Derefter følger Hadelands og Ringerikes foldede silurlag, gjennemsat paa Gran af gabbrodiabaser, paa Ringerike og Lierdalen af granit og porfyr i lakoliter og dækker; profilet ender med det store granitmassiv ved Drammensfjorden.

4. *Profil fra Fortun over Gjendin og Espedalen til Brunloug bro ved Laugen, fortsat med et snit til Fulufjeld.* Profilet begynder med grundfjeldet ved Skjolden, hvorefter følger glinsende skifer og høifjeldskvarts, løftet eller gjennemsat af Jotunfjeldenes mægtige gabbromasser. Glinsende skifer og høifjeldskvarts (lys sparagmit) stikker igjen frem ved Sjoa og omkring Olstoppen; derpaa følger Espedalsfjeldenes gneise og gabbrobergarter, der mod øst breder sig eller er skøvne udover høifjeldskvarts og glinsende skifer mod øst. Den fremherskende bergart i Gausdal er sandstenskifer og graptolitførende lerskifer af undersilurisk alder (etage 3 og 4), hvilende paa sparagmitformationen, der derefter optræder omtrent eneraadende i profilet helt til Fulufjeld ved Rigsgrænsen, kun paa et par steder afbrudt af granitmassiver. Begge sparagmitformationens afdelinger, den ældre mørke og den yngre lyse, er her betegnet med gul farve.

B. Geologiske karter fra østlandet.

Paa den ene sidevæg i undersøgelsens udstillingsrum er samlet geologiske karter og fotografier fra østlandet, nemlig:

1. *De sammensatte geologiske rektangelkarter* i maalestokken 1 : 100,000 viser os med langt større tydelighed end oversigtskartet den geologiske bygning i den sydøstre del af landet, egnen om Kristianiafjorden til nord for midtre del af Mjøsen. Med *graa* farve er betegnet grundfjeldets gneise og krystallinske skifere; med *blegrød* farve er betegnet de til grundfjeldet hørende saakaldte gamle graniter.

De ældste sedimentære lag er i Mjøsentrakten den med *violet* farve betegnede *sparagmit- og sandstenformation*; i Kristianiatrakten er denne kun repræsenteret med et ganske tyndt lag af sandsten eller konglomerat; over sparagmitformationen kommer *alunskiferen*, der er betegnet med *sort* eller *mørkbrun* farve. Derefter følger undersilur med *grøn* farve, middelsilur, etage 5, med *gulgrøn* farve, oversilur med *blaa* farve og den devoniske sandsten med *blegblaa* farve.

Violet med røde prikker betegner de ældste af Kristianiafeltets eruption: augitporfyrit, labradorporfyrit, etc.

Blegrød med røde prikker betegner rhombeporfyrer og kvartsporfyrer.

Med stærkere *røde* farver er betegnet de yngre graniter og syeniter, saaledes kvartssyenit (Nordmarkit) paa det store felt fra Kristianiadalen til Mjøsen, graniter og granititer i Røken, ved Drammen og paa Modum samt augitsyenit (Laurvikit) og nefelinsyenit (Laurdalit) i de sydvestre dele af kartet

ved Sandefjord og Larvik (se Brøggers specialkart af egnen mellem Sandefjord og Porsgrund).

Med *rødbrun* farve er betegnet nogle hist og her optrædende gabbrokupper.

Paa rektangelkartet „Gran", der endnu ikke er udkommet i trykken, men her vedføiet i rækken i haandtegnet form, er udskilt bostonit med *rød* farve og gabbrodiabaser (essexiter) og camptoniter med *violet* farve.

Med *gule* og *brune* farver er betegnet glaciale og postglaciale afleiringer. Lerterrænet med gul farve; heraf er dog mergelleret udskilt med blaa punktering. Den brunlige farve betegner dels moræner, som f. ex. det store „ra" i Smaalenene og Jarlsberg, dels sandmoer og terrasser som paa Romerike og mellem Randsfjorden og Tyrifjorden etc.

Man ser, at grundfjeldet og eruptiverne spiller den fornemste rolle i egnens geologiske bygning, medens silurlagene (skalberget) kun udgjør mindre flekker hist og her. Dette har naturligvis ogsaa sin indflydelse paa egnens naturforholde og overfladens konfiguration. Smaalenenes kuperede platau virker lige saa ensformigt som undergrunden er ensartet; kun myrer, lersletter og morænerygge liver noget op mellem gneiskuppene; men stenblokkene, der ligger strøet udover eller ved opdyrkningen er bragt sammen i røser, fortælle om landskaber længer nord med vexlende bergarter og vexlende natur.

Til de mere naturskjønne steder hører indre del af Kristianiafjorden, hvor kontrasten i landskabets geologiske bygning kommer fuldt ud til sin ret; grundfjeldslandskabet mod øst, de lave frugtbare siluriske øer strøet udover i midtgruppen og saa mod nord og vest Kristianiadalen og Askers veldyrkede, svagt kuperede siluriske lagrækker med syenit- og porfyraaserne som baggrund. Denne egn taaler kun sammenligning med Tyrifjordens og Mjøsens omgivelser, hvor ogsaa silurstraterne og eruptivhøiderne gir den samme kontrast mellem det bløde og det haarde, det frugtbare og det vilde, udyrkede.

Til eruptivernes udyrkbare felter hører syenitlandskabet i Nordmarken og Hadelands almenning, Krokskogens porfyr-

omraade, og granitaaserne ved Drammensfjorden, Røken og Modums Finmark.

2. *Geologisk kart over Kristiania by* af K. O. Bjørlykke er udstillet i to formater.

Det store i maalestokken 1:4000 er som haandtegnet udarbeidet for Kristiania kommune, der velvillig har udlaant samme til den geologiske undersøgelses udstilling.

Det mindre i maalestokken 1:15000 er et trykt og i disse dage offentliggjort kart, der ledsaget af en beskrivelse er udgivet af den geologiske undersøgelse (N. G. U. skrifter no. 25).

Det store kart viser os grundfjeldet i Ekeberg og Akershus fæstning med *orangegul* farve.

Alunskiferen i Oslo, bodsfængslet, Tøien og de centrale bydele med *graalig* farve.

De siluriske etager 3 og 4 er betegnet med *violet* (etage 3 a), *graagrøn* (etage 3 b), *kraftig blaa* (etage 3 c), *carminrød* (etage 4 a), *lys blaa* (etage 4 b) og *lys grøn* (etage 4 c).

Af eruptiver er *Osloporfyren* betegnet med *sinoberrød* farve; den optræder særlig i Oslo, paa Enerhaugen og ved Akershus fæstning; *rhombeporfyren* med *mørkbrun;* man lægger mærke til to større gange af denne, en gjennemsættende gneisen i Ekeberg, og en anden sættende over Akershus fæstning, Tyveholmen og derfra med uregelmæssigt løb gjennem de vestre bydele. Den *yngre rhombeporfyr* (Natmandhaugiten) med *mørk grøn* farve optræder gjennemsættende i Tyveholmen og fortsætter derfra i uregelmæssigt løb i nordlig retning til Vestre Akers kirke. *Lindøiten* med *høirød* farve i de vestre bydele; *glimmersyenitporfyrgange* med kraftig *carminrød* farve i de nordøstre bydele.

Med *sølvfarve* er betegnet ældre intrusive gange som *bostonit* etc.; med *guldfarve* de yngre *diabaser* og *proterobaser.*

De løse jordlag er afsat med *gule* farver. *Mergeller*, f. ex. paa flere steder langs Akerselven, er betegnet med *grøn skrafering*; *muslingler* med *lysere gul* og *sandholdigt* ler med lidt *kraftigere gul* farve.

Profilet ved kartets fod viser silurlagenes foldning samt forkastningen ved Ekebergs nordvestrand.

Ved siden af det lille kart er ophængt to plader med *geologiske fotografier fra Kristiania by* af K. O. Bjørlykke.

De 9 fotografier paa pladen tilvenstre og 4 af fotografierne paa pladen tilhøire viser os de forskjellige underafdelinger af silurlagene i Kristiania by. De øvrige fotografier paa pladen tilhøire fremstiller de to mest udprægede eruptiver, Osloporfyren og rhombeporfyren samt isskuret fjeld, Økernmorænen og et billede af Kristiania fra Fredriksborg visende havets stand ved slutten af istiden.

3. *Geologisk kart over øerne ved Kristiania* i maalestok 1:10,000 af prof. dr. *W. C. Brøgger.*

Dette kart, der kan betragtes som et af de første norske geologiske detaljkarter i moderne forstand, publiceredes, ledsaget af en beskrivelse i Nyt Mag. f. Naturvidenskaberne i 1890. Disse smaaøer med sine nøgne, afdækkede strandkanter egner sig fortrinlig til studium af de forskjellige — ikke mindre end 13 — af Brøgger udskilte underafdelinger af etage 4 ligesom af de talrige her optrædende gangbergarter. Det petrografiske udseende af de fleste af underafdelingerne i etage 4 kan sees af de ovenfor nævnte geologiske fotografier fra Kristiania by.

4. *Geologisk oversigtskart af egnen mellem Sandefjord og Porsgrund*, 1:100,000 af prof. dr. W. C. Brøgger, 1897.

Dette kart ledsager Brøggers netop publicerede arbeide: „Das Ganggefolge des Laurdalits". Vidensk. Selsk. Skrifter M. N. Kl. 1897, no. 6. Det gir en oversigt over udbredelsen af de forskjellige syenitarter: augitsyenit (Laurvikit), nefelinsyenit (Laurdalit) og glimmersyenit (Pulaskit) og de særlig nordost for Porsgrund optrædende augit- og labradorporfyriter samt de siluriske etager paa strækningen Langesund—Porsgrund—Skien.

Af de afsatte løse jordlag falder det store Jarlsbergra' strax i øinene; denne udprægede endemoræne strækker sig inden kartets omraade fra egnen nord for Sandefjord over Larviks by til Helgeraaen. Paa dette kartblad ligger ogsaa den for sin rigdom paa sjeldne mineraler saa bekjendte holme *Laaven* paa sydøstsiden af Stokø omtrent midt mellem Helgeraaen og Langesund.

5. *Geologisk kart over de skandinaviske lande og Finland.* Udgivet af Hans Reusch. Pris 1 kr.

Dette lille oversigtskart blev udgivet i 1890 med bidrag af den Letterstedtske forenings norske afdeling og ledsaget af en kortfattet beskrivelse: Fjeld- og jordarter i De skandinaviske lande og Finland. Af forordet i denne hidsættes: „Paa dette kart finder man foruden et oversigtskart særskilt fremstillet: Det mellemste Sverige, Skåne, Det sydlige Norge, Jylland, Bornholm, Island, Spitsbergen, Færøerne, Grønland. Kartet er nærmest bestemt for studenter og andre, der læser geologi, for grubemænd, der vil have et oversigtskart over de andre nordiske lande foruden sit eget, endvidere for saadanne, der interesserer sig for geografiske, statistiske og økonomiske spørgsmaal, som staar i forbindelse med geologien, men ikke har anledning til at trænge dybere ind i denne videnskab."

6. *Geologisk-agronomisk kart over Kristiania omegn* af Olav Sendstad. Haandtegnet manuskriptkart.

Kartbladet VI af Kristiania omegn i 1:25000 omfatter hovedstaden samt en større del af Akers herred. Største delen af den dyrkede jord inden bladets omraade har fald i sydlig retning. Langs de mange elve- og bækkeløb finder man dog ogsaa øst- og vestskraaninger samt enkeltvis en og anden nordskraaning. Overfladeforholdene viser noksaa betydelige afvigelser. I vest (vestre Aker) er jorden i det store hele smaabølget og har kun navnlig i midten d. v. s. paa grænsen mod østre Aker nogen større sletter. Ogsaa i øst er der vel

bølget overflade, men dog med betydelige flade partier indimellem. I det store hele kan Kristianiadalen betegnes som en skaal, hvoraf den ene bradd er slaaet bort — i klimatisk henseende den allerheldigste, den som vender mod syd. — Kartbladet gjennemskjæres af et par elve, hvis nedslagsdistrikt strækker sig adskillig udenfor bladets omraade. Den største af disse er *Akerselven*, som fortiden forsyner byen med det meste af dens renvand og endda afgir kraft for en række anseelige fabrikanlæg. Den anden, *Loelven*, kan i ingen henseende maale sig med forannævnte i økonomisk betydning. Til gjengjæld har den jo større historisk interesse, navnlig ved det forhold den indtager til byens gamle navn. Af mindre vandløb findes der en hel række, som dels falder ud i en af de nævnte elve eller direkte i sjøen. Sin hovedinteresse har de i denne forbindelse ved den rolle, de spiller — og især har spillet — ved jordens naturlige afgrøftning.

Jordsmonnet. Ublandet steddannede jordsmon forekommer der lidet af. Over de forholdsvis store fjeldpartier af krystallinske bergarter ved bladets nordre og søndre rande spiller vel fjeldgrunden ind som en væsentlig faktor ved jordbundsdannelsen, saaledes at gneisgrunden i syd gir en anden jordbund end granit- og syenitgrunden i nord, men paa begge steder finder man dog særdeles kjendelige spor efter de store jordtransporter vort land engang var skuepladsen for. Lavere nede i landskabet, under de bekjendte 600′ (190 m.), hvortil man sætter den gamle havstand, er paa den anden side det tilførte jordsmon aldeles ikke eneherskende. Saaledes finder man mellem ler- og morænepartierne med deres jord af ublandet tilført gods andre partier, hvor den siluriske berggrund er mere eller mindre afdækket, og hvor steddannet forvitringsjord ofte gir bunden sin karakter.

Vil man forsøge at sætte sig ind i jordbundsforholdene i de lavere dele af Kristianiadalen, maa man erindre, at dalen engang har været opfyldt af ismasser, der dels har efterladt vældige moræner, saaledes som f. eks. ved *Grefsen* og ved *Linderud*, dels mindre banker som ved *Økeren* og endelig

ellers har spredt et grusmateriale over store dele af bunden. Over dette lag af grovt materiale er der saa senere, da temperaturen steg saa høit, at isen smeltede længer inde i landet afsat et lerlag, der saaledes maa antages engang helt at have dækket bunden af dalen, saavel moræner som lavere fjeldknauser. Efterpaa fulgte saa landets stigning og herunder er det, at den nuværende jordfordeling er foregaaet. — Fra syd stod bølgeslaget frit ind og det er derfor naturligt, at man nu finder saavel morænebankerne som alle lidt høiere fjeldrygge afdækket paa sydsiden, medens man paa nordsiden finder den sædvanlige lerjord strækkende sig ofte helt til tops. Ved de større moræner finder man gjerne 3 jordbundsforhold. Paa læsiden — d. v. s. paa nordsiden — finder man ler over grus, i selve moræneskraaningen finder man et mer og mindre grus- og stenblandet jordsmon og saa atter under morænen finder man et sandlag planeret udover lergrunden. Ved bergknauserne kan noget lignende iagttages. Men sandlaget under knausen er, som rimeligt kan være, her altid af liden betydning. I agronomisk henseende har de nævnte forhold, som det let vil forstaaes, en betydelig interesse. Varierende jordsmon er inden visse grænser en fordel, idet de tillader en alsidig dyrkning, men de hindrer paa den anden side, naar variationen blir meget stærk, bruget af store skifter, stiller sig med andre ord særlig gunstig for smaabruget („det lille landbrug"). Den stærkeste variation finder man i *Vestre Aker*, og her foregaar ogsaa nu en stærk udstykning til landsteder og villatomter for den bedre stillede del af byens befolkning. Af de jordarter, som forekommer her, har ingen større interesse end leret. Hvor man har anledning til at iagttage det i dybe snit saasom ved teglverkerne, viser det øverst en brunlig farve og her er leret gjerne „mager", det vil sige forholdsvis sandholdig, længer ned er den blaalig ofte rig paa skjæl og allerunderst forekommer tildels et mindre lag af ler- og sandmergel. Disse forhold har som bekjendt git anledning til en inddeling af leret i „tegller" øverst, „muslingler" mellemst og „mergeller" underst, navne som i

agronomisk henseende idetmindste er lidet tilfredsstillende. Det brune øverste lag kan mest oplysende kaldes oxydations- eller forvitringslaget, og vil man dele de undre lag, deles de bedst efter dannelsestiden i glaciale underst og postglaciale overst. Kalkholdigheden er som regel øgende med dybden og har maaske nogen sammenhæng med kalkens tilbøielighed til at synke. Lerjorden er gjennemgaaende af god, tildels udmærket beskaffenhed.

De landøkonomiske vilkaar er intetsteds i landet gunstigere end inden det omraade, som begrænses af nærværende kartblad. Et mildt, godt klima, god jordbund, rigelig tilgang paa gjødsel og lette afsætningsforhold til gode priser, det er i faa ord karakteristiken af Aker. Samtidig breder byen sig raskt og bevirker grundeiendommens prisstigen efter en maalestok, som ellers er ukjendt inden landet.

Paa kartet betegner gult: *sand*; lysebrunt: *ler*; mørkebrunt: *myr*; grønt: *silur*; rødt: *eruptivfjeld* og graat: *grundfjeld*. For de finere nuancer henvises til selve farveskalaen paa kartet.

O. S.

C. Geologiske karter fra vestlandet.

Paa den anden sidevæg er udstillet geologiske karter og profiler fra vestlandet, nemlig:

1. *Geologisk kart over Bergens by* af dr. H. Reusch og C. F. Kolderup. Farvelagt af C. F. Kolderup.

Af sikre sedimenter har vi her 1) *glimmerskifer* med iliggende kvartsknoller og kvartslag (*lys grøn* paa kartet), 2) *kvartssericitskifer* (*gul med grønlig* nuance) og 3) *kvartsskifer* med iliggende konglomerat (*ren gul* farve).

Som sikre, men sterkt pressede eruptiver maa følgende opfattes: 1) *Granit* (*cinnoberrød*), 2) *øiegneis* ved museet (*sterk rød*) 3) *øiegneis* paa Möhlenpris, ved Nøstet og langs Fløifjeldets vestside. Af sikker eruptiv oprindelse er ogsaa de med *mørk grøn* farve betegnede bergarter. Den *kvartsrige gneis* stilling er derimod usikker.

2. *De sammensatte rektangelblade Herlø, Haus, Sartor og Bergen.* To af disse (Bergen og Haus) har allerede længe været i handelen; de to øvrige er for anledningen geologisk farvelagte af Kolderup paa grundlag af undersøgelsens (dr. Reusch's) materiale.

Paa kartet er udskilt følgende sedimenter: 1) *Grundfjeldets ældre lag*, væsentlig bestaaende af gneis (*graa* farve). 2) *Grundfjeldets yngre lag*, der er betegnet som opblandet gneis (*streget grønlig* farve), 3) *Bergensskifrenes undre og øvre afdeling* (med respektive *mørk grøn* og *gul* farve). Med *blaa* farve er betegnet særskilt de i undre afdeling optrædende *kalk og marmor-*

lag, samt med *gult med blaa streger: kvartstalkskifer. Glimmerskifer* i øvre etage er paa samme maade udskilt ved sterk *grøn skrafering* paa den gule bund. Disse bergensskifre ansees at være af silurisk alder. I den undre afdeling har man ogsaa ved Ulven og Os fundet fossiler, der tilhører mellemsilur. I den overliggende gneis-kvartsetage er ingen fossiler fundne.

Af eruptiver er udskilt: 1) *Stribet granit* (*lys rød* farve) i flere felter dels i grundfjeldets gneis og dels i bergensskifrenes øvre afdeling. 2) *Kornig granit* paa sydøstsiden af Lysefjorden og flere øer ret ud for denne (*carminrød* paa kartet). 3) *Labradorsten* med *streget orange*farve 4) *Saussuritgabbro* i Gulfjeldets mægtige kjæde med *rødbrun* farve. Paa samme maade er ogsaa betegnet *serpentin*forekomsterne ved Store vand paa Osterøen og i Vaaganipen samt *veksten* i Gjerdesaaten. 5) *Gabbro* paa Askøen med gulprikket *rødbrun* farve.

Af løse jordlag er med *lys gul* farve betegnet *teglleret* ved Hjelmaas og med *lys brunt: sand, terrasser* og *strandlinier*.

Af særlig interesse er det eiendommelige bueformede strøg omkring Lyderhornshalvøen, der paa disse sammensatte rektangelkarter træder meget smukt frem.

3. *Geologisk kart over øerne udenfor Hardangerfjorden* af dr. Hans Reusch. Kristiania 1886.

Fastlandet paa sydøstsiden af Husnes- og Bømmelfjorden bestaar af gneis og granit (*rød* farve) samt lidt lerglimmerskifer og grønlige skifere. Disse sidste bergarter forekommer sammen med gneisen paa en saadan maade, at det efter dr. Reusch's formening gaar an at adskille dem fra disse som tilhørende en forskjellig dannelsestid.

Paa nordvestsiden af den her nævnte fjordlinie optræder en del yngre, men omvandlede bergarter, hvoraf nogle er afleirede under vand og andre vulkanske.

Blandt de sedimentære støder vi først paa grønne krystallinske skifere (*grønt* paa kartet) med indleirede kalkstene

i zonen Mosterø—Huglen—Skorpen—Stangenæs, saa kommer de saakaldte haarde skifere ɔ: finkornede gneise og kvartsiter (betegnet paa kartet med *lys gul* farve). Disse har som det af kartet fremgaar sin væsentligste udbredelse paa øerne Huglen og Skorpen s. ø. f. Tysnæsøen.

Derefter kommer de med *streget gul* farve betegnede sorte og graa lerskifere samt af dem omvandlede muskovitskifere. De optræder paa en linie fra Lygrefjord i n. ø. til Spitsø mellem Bømmelø og Stord i s. v. En fortsættelse af disse er formodentlig den lille forekomst ved Langevaag sydligst paa Bømmeløen. I disse skifere optræder større og mindre kalklag (*blaa* farve paa kartet).

En ganske isoleret forekomst af kalkrige lag findes paa Møgster, overalt omgiven af granit.

De øvrige bergarter er af vulkansk oprindelse. Granit (paa kartet tegnet med *rød* farve) optræder i to adskilte felter et omfatter dele af Tysnæsø, Reksteren, Hofteren og de n. v. for denne liggende smaaøer, det andet optræder paa den vestlige del af Stord og nordlige del af Bømmelø samt de n. f. denne liggende smaaøer. Bergarten er i enkelte tilfælde ren granitisk, i andre tilfælde har den ved pres faaet et gneisagtigt udseende og da navnlig nær grænsen, som det sees af kartet.

Graniten er størknet paa større dyb, og det samme gjælder den bergart, der er betegnet som dioritisk bergart, men som kanske saaledes som det fremgaar af dr. Reusch's beskrivelse heller kunde betegnes som omvandlet gabbro. Denne bergarttype, der paa kartet er betegnet med *streget mosgrøn* farve, optræder væsentlig i to store zoner, hvoraf den ene danner en halvkrans om det nordlige og den anden en afbrudt halvkrans om det sydlige granitfelt.

De øvrige paa Bømmeløen, Stord og Tysnæs forekommende bergarter, der paa kartet er betegnet med *ren grøn* farve, opfattes af dr. Reusch som basiske vulkanske tuffe og gamle lavastrømme. Desuden optræder ogsaa surere tuffe, der skulde have granitens sammensætning, de saakaldte kvarts-

porfyrer, paa kartet betegnet med en *lyserød oprudet* farve. Disse bergarter skulde da være de vulkanske dagbergarter til de større kjerner af granit og gabbro.

Endel af disse dagbergarter er i alfald afsat under vand; thi indimellem tuflagene forekommer lerskifere og kalkstene. I disse har det lykkedes dr. Reusch at fremfinde fossiler, der vistnok er saa let opbevarede, at de ikke har nogen interesse for palæontologerne, men som i geologisk henseende har stor interesse, fordi man ved dem kan bestemme tiden for lagenes dannelse. Denne tid maa være senere silurtid (oversilur).

En samling af typiske bergarter fra disse trakter er udstillet i montren under kartet.

C. F. K.

4. *Jordbundskart over Jæderen*, udarbeidet af landbrugsingeniør A. Grimnes. Haandtegnet.

I neppe nogen del af vort land har de løse jordlag en større udbredelse og mægtighed end paa Jæderen. Bebyggelsen er tæt og her optræder frugtbare jordarter, saa det vilde have adskillig interesse for jordbruget at faa egnens jordbundsforholde undersøgte og kartlagte.

Et saadant arbeide sættes igang af Norges geologiske undersøgelse i 1889 og overdroges til landbrugsingeniør A. Grimnes, der har været assisteret af fanejunker O. Aalgaard. Kartets maalestok er 1 : 50,000 og bestaar af tre plader, hvoraf de to sydligste nu er færdig til trykning ledsaget af beskrivelse. Som det fremgaar af farveforklaringen er der udskilt: *fast fjeld* (*rød* farve); *flyvesand* (*gul*); *myr* (*grønlig*); *lerjord og mergel* (*blaalig*); *sandjord* samt *grus* (*brunlig*).

Størst økonomisk interesse knytter sig til det kalkholdige moræneler, der kan anvendes som mergel til jordforbedringsmiddel paa magrere jordbund. Ogsaa de hyppigt optrædende større og mindre myrstrækninger baade har og kanske i fremtiden endnu mere vil faa økonomisk betydning.

Bj.

5. *Geologisk kart over den sydlige del af Bergens halvø* af Hans Reusch.

Dette kart har medfulgt dr. Reusch's bekjendte afhandling „Silurfossiler og pressede konglomerater i Bergensskifrene", der maa siges at have været epochegjørende. Dr. Reusch har nemlig med sikkerhed paavist, at af det komplex af krystallinske bergarter, der danner den sydlige del af Bergenshalvøen er en del sikkert sedimentære; endel af de før som skifre betegnede bergarter er nemlig stærkt pressede og delvis omvandlede konglomerater, og i ganske krystallinske lerglimmerskifere samt til marmor omvandlede kalkstene er fremfundet tydelige dyrerester, der viser, at aflagringen af disse bergarter maa have fundet sted i silurtidens hav; ja man kan trods fossilernes forandrede tilstand med sikkerhed paavise dem som hørende hjemme dels i den øverste del af undersilur, zonen ved Kuven og Valle, dels i underste del af oversilur, den fossilførende lerglimmerskifer ved Vagtdal. Fossilerne bestaar som det af de fremlagte exemplarer i montren tilvenstre under vestlandskarterne vil sees dels af trilobiter o: trelappede krebsdyr, dels af brachiopoder og dels af de smaa eiendommelige graptoliter. Disse optræder kun i den nordlige zone ved Vagtdal. Særegen for den søndre zone er de slet opbevarede og fortrukne gjennemsnit af gastropoder. Fælles for begge zoner er korallerne, dels kjædekoraller dels bægerkoraller.

Af sikre vulkanske bergarter haves de med *brungul* farve paa kartet afsatte saussuritgabbroer, de med *lyserød* farve betegnede graniter og formodentlig ogsaa de med *grøn* farve betegnede dioritskifere og nærstaaende bergarter. Bergarter som kvartsøiegneisen har en usikker stilling. De øvrige bergarter er omvandlede sedimenter dels grundvandsdannelser, konglomerater og sandstene, og dels dannelser paa dybere vand, skifere og kalkstene.

6. *Geologisk kart over Karmøen med omgivelser* af dr. H. Reusch.

Dette strøg ligger søndenfor og danner en fortsættelse af de trakter, der er kartlagte paa „Geologisk kart over øerne udenfor Hardangerfjordens munding". Bergarterne er for den overveiende del de samme som paa dette kart. En særlig stilling indtager brudstykkebergarten paa Karmøens sydvestre del, som forresten har sit sidestykke i en lignende fra Ørevik paa Bømmeløen. Her ligger i en granitisk grundmasse talrige tilrundede brudstykker af gneise, hornblendeskifere, kvartsiter, hornblendegraniter o. s. v. Adskillig interesse har ogsaa det med *gul* farve aflagte kvartsitkonglomerat paa nogle skjær vest for Karmøen. Det er vexlende lag af „gneisagtig forandret sandsten" og kvartsitkonglomerat.

7. *Geologisk kart over den guldførende egn mellem gaardene Helviken og Nordnese paa Bømmeløen* af dr. H. Reusch. Kr.ania 1886. Farvelagt i større maalestok af C. F. Kolderup.

Ogsaa dette lille kart findes vedføiet forfatterens arbeide over Bømmeløen og Karmøen. Bergarterne ligner de, vi har seet paa de andre karter. Kvartsporfyr med tuf (*rød*); dioritisk bergart (*streget gulbrun*); antagelige diabastuffe (*grønlig*). Disse bergarter, navnlig da den dioritiske, gjennemsættes af gange af forandret diabas (og „skifergange") og langs siderne af disse eller i mere eller mindre uregelmæssige partier inde i dem optræder de guldførende kvartsgange. Disse fører foruden kvarts ogsaa kalkspat, dolomitspat, klorit, svovlkis, kobberkis, undertiden ogsaa lidt blyglans, zinkblende og tellurwismut. Engang er ogsaa observeret lidt gedigent sølv. Forekomsterne minder noget om f. ex. de ungarnske, men er meget ældre end disse. Af og til kan guld ogsaa optræde i sidestenen, men da stadig i saa liden mængde, at det ikke har teknisk betydning. Som det af kartet sees, har gangene væsentlig to retninger, et system stryger nv—so, et andet no—sv.

8. *Geologisk kart over søndre Søndmør og en del af Nordfjord* af H. H. Reusch.

Her er udskilt: 1) Gneis med tydelig lagning (*tæt graa skrafering* paa hvid bund) og 2) gneis med utydelig lagning, altsaa af mere massiv karakter (*graat* paa kartet). Endvidere er udskilt: 3) Gneisgranit, d. v. s. stribet granit (*rød*), 4) rød granit, der ikke er presset i nogen nævneværdig grad og altsaa maa være noget yngre. 5) Eklogit (*brun*), der hovedsagelig bestaar af grøn hornblende og augit samt granat. 7) Gabbro (*grøn*). 8) Olivinsten (*sort*) og 9) marmor (*sortprikket*), der optræder i to smaa felter paa Voksø og Gurskø. Strøg- og faldretning svarer til den omgivende gneisbergarts.

9. *Carl Fred. Kolderup: Uebersichtskarte des eruptivgebietes bei Ekersund und Soggendal.*

Kartet, der i sin tid medfulgte forfatterens arbeide: „Die labradorfelse des westlichen Norwegens I", giver en oversigt over det felt af gamle vulkanske bergarter, der strækker sig fra Bru paa Jæderen og næsten helt ned til Lindesnæs.

Hovedmassen udgjøres, som man ser, af de saakaldte labradorstene (*lysebrun* paa kartet), der ofte næsten udelukkende bestaar af feldspatmineralet labrador, men ogsaa kan indeholde vexlende mængder af pyroxen og titanjern. Med *mørk brun* farve er afsat noriter og monzoniter, som begge har gjennembrudt labradorstenene og altsaa er yngre. Noriterne bestaar af labrador, rhombisk pyroxen og titanjern; men labrador er ikke som i labradorstenene rent overveiende. Monzoniterne har baade plagioklas, mikropertit og ortoklas, samt rhombisk pyroxen og titanjern. I banatiterne (*rød* paa kartet) optræder ogsaa kvarts, saa bergarten bliver surere end monzoniterne. I de herværende banatiter er der hornblende istedenfor pyroxen. Adamelliterne, der paa kartet er betegnet med *lys rød* farve, er endnu surere bergarter end banatiterne. I adamellitfeltet omkring Birkrem optræder de interessante hyperstensgraniter.

Hele dette eruptivfelt omgives af grundfjeld (*lys blaagraat*) og løsere afleiringer fra kvartærtiden, under hvilke sidste der paa Jæderen stikker frem omvandlede siluriske skifere.

10. *Profil tvers over Bergens by.* Tegnet af C. F. Kolderup.

Profilet viser fjeldbygningen under selve byen ved et snit som tænkes lagt fra nogle hundrede meter syd for jodfabriken paa Damsgaard og til Klostret og fra dette sted over Rothaugen til Sandvigsfjeldet. Bergarterne er omtalt under „Geologisk kart over Bergens by". Profilet, der er taget omtrent lodret paa strøgsretningen, viser godt den steile lagstilling.

11. *Profil Os—Lysekloster* viser et snit tversgjennem den interessante egn i den sydlige del af Bergenshalvøen. Det er en forstørret kopi af det profil, der staar hosføiet Reusch's geologiske kart over den sydlige del af Bergens halvø og linjen, langs hvilken profilet er lagt, findes angivet paa dette kart.

12. *Profil tvers over rektangelbladet Bergen.* Tegnet af C. F. Kolderup.

Profilet er lagt omtrent lodret paa bergarternes strøgretning langs en ret linie fra den sydvestre del af Askøen i n. v. og til Ekelandsfjorden i s. ø.

Hovedtrækkene i landskabets bygning kommer ganske godt frem. Man ser de dybe dalindsnit i fjeldmassen, de mægtige pressede eruptiver og sedimenterne med de steile lagstillinger.

Graniten i Damsgaardsfjeld og Løvstakken er oppresset mellem Lyderhorns grundfjeld og bergensskifrenes undre afdeling ved Fjøsanger; labradorstenen i Skavdalsfjeld er paa lignende maade presset ind mellem lagene i bergensskifrenes gneis-kvartsetage. Øst for denne etage udbreder sig saussuritgabbroerne, der som det af de 4 sammensatte rektangelblade fremgaar er presset ind mellem silurskifrene ved Os.

13. *Profil Vossevangen—Nærødalen.* Forstørret efter Hjorthdahl og Irgens ved C. F. Kolderup.

Profilet er lagt langs veilinien, der fra Voss over Tvinde, Vinje og Stalheim fører nord til Gudvangen.

Underst i profilet ser man glimmerskifer, d. v. s. fyllitafdelingen. Smukt overlagrende denne kommer saa kvartsiter (*gult*), d. v. s. det, som Kjerulf har betegnet som høifjeldskvarts. Omkring Vinje optræder atter fyllitformationen, her med foldede lag, og saa fortsætter fra Opheim og videre nordover labradorstenen (*orange*) og det ikke alene langs veien, men ogsaa i de fjelde, som dukker op det ene bag det andet paa veiens vestside.

C. F. K.

D. Samlinger af ertser, bergarter, fossiler og en del jordarter.

De fleste af disse tilhører det *mineralogiske institut*, der efter opfordring fra den geologiske undersøgelse deltager i udstillingen med disse prøver.

1. *De vigtigste ertser.* Disse er alle fra norske forekomster. *Guld* fra Bømmeløen, *sølv* fra Kongsberg; *kobberkis* fra Egeland ved Risør; *broget kobber* fra Aamdal i Telemarken; *svovlkis* fra Røros og Kongsberg; *magnetkis* fra Ertelien paa Ringerike; *kromjernsten* fra Røros; *koboltglans* fra Langø ved Kragerø; *jernglimmerskifer*; *blyglans* fra Svenningdalen i Vefsen; *zinkblende* fra Nannestad; *molybdænglans* fra Knaben ved Flekkefjord; *rutil* fra Kragerø.

Mellem glasmontrene er opstillet et større stykke af *kul* fra Andøen; det er taget fra Andøens bedste kulførende lag; men det har tabt adskilligt i udseende ved at have henligget i luften i længere tid.

2. *Kvartære berg- og jordarter.* Her er udstillet en større blok af *kalktuf* med aftryk af forstenede blade fra gaarden Leine, Kvam, Gudbransdalen; desuden en del glas indeholdende: *infusorie- eller diatoméjord* fra Sandnæs; *ler med ferskvandsskjæl* (Cyclas og Pisidium) fra „Nordishavet" ved Maridalsveien i Kristiania; *kvabb*, en fin sand- og lerblandet jordart fra Løseth i Rendalen; *muslingler med postgla-*

ciale fossiler (Isocardia cor, Cyprina islandica, Cardium edule, Mytilus edulis; Pecten sp., og Nassa reticulata) fra Dælenengens teglværk i Kristiania; *mergeller* med glaciale fossiler (Siphonodentalium vitreum, Arca glacialis, Portlandia lenticula; Nucula tenuis) fra Havnens teglværk i Kristiania; *mergeller* fra Moss (med Yoldia arctica, Macoma calcaria, Leda pernula, Saxicava pholadis etc.); *sandler* med rester af postglaciale fossiler (epidermis af Mytilus edulis, Nassa reticulata) fra Schou's plads i Kristiania; *moræneler* fra Fossegaarden i Gudbrandsdalen; *brunligt forvitret moræneler* og *morænegrus* fra Aas i Akershus.

3. *De teknisk vigtigste bergarter og mineraler.*

I de to montre under kartet over den norske sten- og mineralindustri er udstillet 18 haandstykker af de vigtigste typer paa teknisk anvendelige bergarter og mineraler. I den første monter er udlagt alt, hvad der i beskrivelsen til stenkartet er betegnet som haard sten. Samtlige har faaet anvendelse dels som forskjellige slags bygningssten og dels ogsaa som gade- og monumentsten. Som typer er udlagt: *Graa middelskornig granit* fra Fredrikshald; *rød middelskornig granit* fra Fredrikstad; *rød, noget grovkornig granit* fra Svelvik; *rød kvartssyenit* fra Ravnekollen ved Grorud pr. Kristiania; *rød augitsyenit* fra Hortensbruddet, Bolærne; *graa augitsyenit* (laurvikit, „labrador") fra Fjeldheim brud n. f. Larvik; *rødlig rhombeporfyr* fra Slotsfjeldet ved Tønsberg; *mørk gabbro* fra Valeberg ved Kragerø; *rødlig labradorsten* fra Rekefjord. De der af disse har faaet den største anvendelse er graniterne fra Fredrikshald og Fredrikstad, kvartssyeniten og den graalige augitsyenit.

I den anden monter er udlagt typer paa endel andre teknisk vigtige bergarter samt de teknisk vigtigste mineraler. Hvid, finkornig *marmor* fra Lexviken i det trondhjemske (bygningssten); *mørk kalksten* fra Kampebraaten ved Sandviken ved Kristiania (kalkbrænding); *tagskifer* fra brud nær Rogne i østre Slidre i Valders (tagtækning); *rød sand-*

sten fra Brummunddalen ved Hamar (bygningssten); *klæbersten* fra Haugssæter, Kvam, Gudbrandsdalen (peise, ovne o l.); *rødlig apatit* fra Kragerø og gulagtig fra Ødegaarden i Bamle (begge til fabrikation af gjødningsmiddel, superfosfat); *rødlig feldspat* fra Kalstad brud ved Kragerø; *kvarts* fra Aannerød ved Moss (glasfabrikation). Anvendelsen er sat i parenthes.

I udstillingslokalets hjørner er opstillet *søiler af klæbersten* fra Tho brud ved Otta; den øvre plade bestaar af omvandlet serpentinkonglomerat. Søilerne er forarbeidet af Arne Syversen, Otta.

4. *Eruptivbergarter fra Kristianiatrakten.*

I denne monter er fremlagt nogle af de vigtigste typer af de af prof. Brøgger beskrevne eruptivbergarter fra Kristianiaterritoriet. Den ældste eruptionserie er prepræsenteret ved *augitporfyrit* fra Epilrød, Hof, Jarlsberg og *labradorporfyrit* fra Tanum i Bærum. 2den serie ved *augitsyenit* (Laurvikit) fra Larvik og *nefelinsyenit* (Laurdalit) fra Løvemoen, Hedrum, *rhombeporfyr* fra Tønsberg (?) og *nefelinfattig syenitporfyr* (Hedrumit) fra Ostøen ved Kristiania. 3die serie ved *kvartsførende augitsyenit* (Akerit) fra Skaadalen ved Kristiania. 4de serie ved *kvartssyenit* (Nordmarkit) fra Grorud ved Kristiania og *ægerinførende syenitporfyr* (Sølvsbergit) fra Kjose-Aaklungen, Farrisvandet ved Larvik. 5te serie ved *natrongranit* fra Gunildsrud, Eker og *ægerinførende granitporfyr* (Grorudit) fra Grorud ved Kristiania. 6te serie ved *granitit* fra Rødtangen ved Svelvik.

5. *Eruptivbergarter fra Kristiania by.*

Det er særlig de vigtigste af gangbergarterne i Kristiania by, der her er samlet; desuden en prøve af *Ekeberggneisen* fra Grønlien; denne prøve er ingen typisk gneis, da haandstykket er taget i et stenbrud, der ikke ligger langt fra den store

forkastning langs Ekebergs nordvestrand; denne forkastning har ogsaa havt sin indflydelse paa den nærmestliggende del af gneisen, der er blit i nogen grad omvandlet og gjennemsat af kvarts- og feldspataarer. Gangbergarterne er ordnede efter alderfølgen. Til de ældre hører: *Osloporfyr* fra St. Halvards gd.; Osloporfyr med et basisk brudstykke fra Tøiengaden; *Bostonit* fra Munkedamsveien; *rhombeporfyr* fra Stockholmsgade; *yngre rhombeporfyr* (Natmandhaugit) fra Rosenberggaden; *Lindøit* fra Observatoriegaden; *glimmersyenitporfyr* fra Bentze Brug. Til de yngre gange hører: *diabas* fra Raschs løkke; diabas med grundfjeldsbrudstykker fra Krist kirkegaard; diabas med granitbrudstykker fra Rosenborggaden og *proterobas* fra jernbaneskjæringen ved Munkedamsveien.

6. *Fossiler fra Kristianiafeltet.*

I denne monter er udstillet en del af de vigtigste ledefossiler fra siluren i Kristianiaterritoriet. Den ældste forstening, man kjender, er en trilobit, *Olenellus Kjerulfi;* den blev først funden i en grønlig skifer (olenellusskifer, etage 1 b) ved gaarden Tømten paa Ringsaker; senere er den funden paa flere andre steder. Næste stykke er en kløvet kalkbolle fra alunskiferen (etage 2 b) i Kristiania by med en masse smaa skjæl, *Orthis lenticularis*, samt brudstykker af trilobiter (Parabolina spinulosa). Det næste er ogsaa fra en kalkbolle i alunskiferen (etage 2 d.) ved Slemmestad i Asker; det fører brudstykker af *Peltura scarabæoides* og andre trilobiter. Derefter følger to stykker med graptoliter: *Phyllograptus angustifolius* fra etage 3 b ved Krekling og *Didymograptus Murchisoni* fra etage 4a α. De følgende er: en *Orthocer* og *Asaphus expansus*, begge fra orthocerkalken, etage 3 c. *Ogygia dilatata* fra Ogygiaskiferen, etage 4 a α; *Echinosphærites aurantium* fra Ampyxkalken, etage 4 a β; *Chasmops extensa* fra Chasmopskalken, etage 4 b; korallen *Favosites gotlandica* fra etage 5 og *Pentamerus oblongus* fra etage 7.

7. *Bergarter fra Bømmelø etc.*

findes udstillet under „Geologisk kart over øerne udenfor Hardangerfjorden". Af sedimenter er her medtaget *glinsende skifer* fra Gravdal i Kvindherred; *kalksten* og *lerglimmerskifer* fra Vikenæs s. f. Dyviken paa Stord. I begge disse sidste sees talrige fossiler; i kalkstenen udelukkende koraller (Syringofyllum), i skiferen mere blandet selskab. De to næste stykker er hentede fra ertsforekomsterne, nemlig: *Foldede hinder i kis* fra Høgaasens grube, Stord og *kvarts* fra Daws gang paa Bømmelø. Saa kommer eruptivtyperne: *Porfyritmandelsten* fra Hvaløkalv, Espevær ved Bømmelø; eiendommelig, presset *porfyrit* med blærerum fra Lyngholmen vest for Bømmelø, begge disse er dagbergarter, der svarer til de to efterfølgende dybbergarter: *diorit* fra Uren paa Bømmelø og *dioritisk bergart* fra Fæøen, Torvestad pr. Karmø. Disse synes at være udbrudt noget tidligere end de her i disse trakter optrædende sure eruptiver nemlig: *Kvartsporfyrtuf* (dagbergart) fra Jørgensens skjærp, Risviken, Bømmelø; *kvartsporfyr* (gang) s. f. Eidsvold paa Bømmeløen; *granit* nordligst paa Ølverø, Fitje.

8. *Bergarter fra Bergens by.*

I midterste udstillingskasse paa vestlandsvæggen er udstillet en samling bergarter fra Bergens by, udlaante fra Bergens museum ved hr. cand. real. Kolderup. Bergarterne, der nærmest er at betragte som belæg til det geologiske kart over Bergens by, er følgende: *Glimmerskifer* fra Florida paa Nygaard; *kvartssericitskifer* fra Sydnæs sjøbad; *kloritiseret glimmerskifer* fra Tamburengen ved nye Sandvigsvei; *kvartsskifer* fra Rothaugen. Disse er omvandlede sedimenter. Af omvandlede eruptiver er taget: *Zoisithornblendeskifer* fra Welhavens gade paa Møhlenpris; *mørk hornblendeskifer* fra Brudbænken; *lys grøn zoisithornblendeskifer* fra Øvregaden no. 25; *mørk grøn hornblendeskifer* fra Kattesmuget; saussuritgabbro fra Vasleite i Kalvedalen; *granitskifer* (tidligere forfatteres mørk øiegneis) fra Michelsens boder paa Nordnæs; *granitskifer* („øiegneis") fra Svartediget og *presset lys granit* fra stemmen n. f. Storevand, Sandvigsfjeldet.

9. *Fossiler fra Ulven—Os.*

I den af udstillingskasserne paa vestlandsvæggen, der staar nærmest hovedvæggen, er udlagt endel af de høist interessante fossilrester, som af dr. Reusch i begyndelsen af 80-aarene samledes fra trakterne mellem Ulven og Os. Som man vil se, er fossilerne meget slet opbevarede; men det er jo ikke andet at vente, naar man ser i hvor stærkt omvandlede bergarter, de forekommer. De 5 første er forskjellige koralrester, der er taget i nærheden af Vagtdalen, no. 2 af disse er en tydelig bægerkoral. No. 6 er en brachiopod, no. 7 og 9 er haleskjold af trilobiten *Phacops* eller *Dalmanites*, samtlige fra samme lokalitet, Vagtdalen (dr. Reusch's „nordre zone"). Alle er blevne noget fortrykte under presset, særlig no. 9. De tre sidste nummere er fra kalkstenszonen Kuven—Valle. No. 10 er *Syringophyllum*, no. 11 og 12 er en snegl (*Subulites* eller *Murchisonia*). Den oprindelige substans er her forlængst bortført, og den tydelige organiske struktur er udvisket, man har blot igjen de lyse marmorudfyldninger i den mørke kalksten.

10. *Gulvmontrene.*

Her sees udstillet en del for størsteparten slebne prøvestykker af bergarter, der anvendes til teknisk brug; de fleste af disse har undersøgelsen modtaget som gave fra forskjellige forretningsfirmaer; en del tilhører det mineralogiske instituts samlinger.

1. *Klæbersten.* I øverste række er først anbragt en sleben serpentin fra Smulen i Sparbu (fra Ankerske marmorforretning); derpaa fire mørkere og fastere klæberstene fra Tho brud ved Otta; disse er igrunden omvandlet serpentin og serpentinkonglomerat. Klæberstene af denne type anvendes f. ex. ved domkirken i Trondhjem. De fire første af prøvestykkerne i den mellemste række er af grønlig farve, bestaar hovedsagelig af klorit og synes nærmest skikket til bygningssten og ornamenter; prøvestykkerne er fra Tho og Aasoren i Gudbrandsdalen, fra Stikle i Smaalenene og fra Aarnæs paa Romerike; det femte stykke i samme række er den bekjendte fine klæber fra Viste i Vaage; den er mere talkholdig, men skal

dog ikke være skikket til ovne. I nederste række er sammenstillet prøvestykker af almindelig klæber fra Tho og Aasorens brud i Gudbrandsdalen; disse bestaar af klorit og talk; fordelingen af disse to mineraler gir de to første stykker et marmoreret eller flammet udseende; de tre andre stykker er noget forurenset af korn af brunspat. Det er denne nederste række af klæberstensvarieteter, der anvendes til ovne, peiser etc.

Prøvestykkerne er os tilsendt fra Arne Syversen, Otta; Otta klæberstensforretning (ved Jakob Stampen) og norsk klæber- og skiferforretning (Otto Dahl).

2. ***Marmor.*** Her er den nordlandske marmor godt repræsenteret fra den Ankerske marmorforretning. I øverste række er samlet en del rødlige og gulagtige varieteter: Breche rosé Furuli R., Glorie Furuli G., Gloire Leifset L. G., Jaune rosé J., Citron C.; alle fra Fauske i Salten. I anden række er mørke og graalige variteter: Noire Brevig △ II, Noire veiné △ I, begge fra silurisk kalksten ved Brevig; Antique foncé Furuli A., Antique clair Furuli Acc., Antique verdâtre Ac., alle de sidstnævnte fra Fauske i Salten. I nederste række har vi: Antique veiné Furuli Av. fra Fauske; Gris Ballangen fra Ballangen i Ofoten; Blanc Velfjord Voo fra Rugaasnesodden i Velfjorden; Blanc Hekkelstrand H. fra Hekkelstrand i Ofoten; Blanc Furuli F. O. fra Fauske.

I montren for sleben haard sten er opstillet tre prøver af vestlandske marmorsorter fra P. G. Rieber & Søn, Bergen: Graa, stribet, fin marmor fra Mosterhavn; graalig, grovkornet marmor fra Salthellen i Søndhordland og lys grovkornet marmor fra Skafthun paa Osterøen.

3. ***Granit og syenit.*** I samme monter som de vestlandske marmor møder man i øverste række et par prøver af vestlandske graniter fra P. G. Rieber & Søn, Bergen: En hornblendegranit fra Urangsvaag i Søndhordland og en graa biotitgranit fra Drønen i Søndhordland. Derefter kommer en suite fra firmaet Joh.s Grønseth & Co., Kristiania: graalig granit fra Iddefjorden; brunlig granit fra nærheden af Tvedestrand;

rødlig kvartssyenit fra Grorud ved Kristiania; chocoladebrun augitsyenit fra Hvalø ved Tønsberg; perlegraa augitsyenit fra Hedrum; graa augitsyenit fra Brunlanæs ved Fredriksværn; mørkere augitsyeniter fra Tjølling ved Larvik. Tilslut er tilføiet et par lignende prøver af augitsyeniter fra Tjølling fra den Ankerske marmorforretning. Disse augitsyeniter fra Larviks omegn kaldes gjerne i forretningssproget for „Labrador"; i den videnskabelige literatur benævnes de gjerne med det af Brøgger foreslaaede navn Laurvikit.

I den næste monter ved siden af er udstillet en del ældre prøver fra det mineralogiske instituts samling. I øverste række er opstillet en lys granit fra Reitstø i Holtaalen; en mørk hornblendebergart, der er betegnet som „sort granit", antagelig fra Risør; en rødbrun granit, antagelig fra Fevig ved Grimstad; mørkbrun labradorsten fra Rekefjord ved Sogndal. I nederste række staar igjen augitsyeniter fra Larviks omgivelser; rækken afsluttes med en rhombeporfyr, antagelig fra Tønsberg.

Rundt omkring mellem glasmontrene paa sidevæggene findes udstillet endel slebne bergartprøver, der staar paa smaa sokler. Graniterne findes her repræsenteret ved den *hvide granit* fra Lærdal i Sogn; *labradorstenene* ved en rødlig varietet fra Soggendal pr. Ekersund og en lysere fra Sogn; *serpentinerne* ved en smuk gul varietet fra Snarum og en mørk graa fra samme lokalitet. Endvidere mærkes en tæt, mørk *diorit* fra Grimelien, *mørk norit* fra Kragerø, *graalig gabbro* fra Visdalen i Jotunheimen, *augitporfyrit* fra Holmestrand, *rhombeporfyr* med lysere graa feldspat i en mørkebrun grundmasse fra Fjulsrud, *rød thulit* fra Lexvigen og en rødlig, gulflammet *ophimagnesit* fra Snarum.

Disse prøver er fra det mineralogiske instituts samlinger; de har tidligere været udstillet af Kjerulf for Norges geologiske undersøgelse ved Pariserudstillingen i 1867.

Yderst afsluttes sidevæggenes undermontre med et par større prøver, paa den ene side en *rivesten* fra en jættegryde ved Bækkelaget, paa den anden side er udstillet en blok med *skuringsstriber* fra Sandebugten i Jarlsberg.

De geologiske rektangelkarter er udstillet i en vifteformet monter paa gulvet.

Alle af den geologiske undersøgelse udgivne blade er her medtaget undtagen kartbladet „Kristiania", der fortiden er udsolgt. De ordner sig paa følgende vis:

			Stenkjær	
		Skjørn	Levanger	
	Terningen	Trondhjem	Stjørdalen	Meraker
	Rindalen	Melhus	Selbu	
		Gausdal		
			Aamot	
Haus		Gjøvik	Hamar	
Bergen			Eidsvold	
		Hønefos	Nannestad	
		(Kristiania)	Fet	
		Moss	Eidsberg	
		Tønsberg	Sarpsborg	

1892
No. 27

Norges geologiske Undersøgelse. No. 27

RECORD LIBRARY
MAR 1 1954
GEOL SURVEY LIB.

Terrænundersøgelser og Jordbortninger

i

Størdalen, Værdalen og Guldalen samt i Trondhjem

i

1894, 95 og 96

af

J. P. Friis.

Med et farvetrykt Kart og „An English Summary of the Contents"

Kristiania.
I Kommission hos H. Aschehoug & Co.
1898.

Kr. 1,-

A. W. Brøggers Bogtrykkeri.

Forord.

Ingen af vore med Grus, Sand og Ler for en stor Del opfyldte Dalfører har gjennem Tiderne været udsatte for saa mange uhyggelige Jordfald og Jordskred som Guldalen, Størdalen og Værdalen i Trondhjems Stift.

Traditionen saavelsom Optegnelser langt tilbage i Tiden fortæller om forfærdelige Ulykker i disse Dalfører ved at store Jordmasser i beboede Strøg er gledne ud, hvorved Eiendomme er ødelagte og mange Mennesker omkomne.

Der kunde dengang rimeligvis ikke være Tale om Undersøgelser for at udfinde Aarsagen til saadanne Ulykker eller om større Forføininger for om muligt at forebygge Gjentagelser.

Det var først ved Skredet i 1893 i Værdalen, at disse Spørgsmaal med vor Tids bedre Hjælpekilder og større Resourcer for Øie kom op. — Her stod man jo ogsaa ligeoverfor en maaske ganske enestaaende forfærdelig Begivenhed, hvorved flere af Dalførets bedste Gaarde sank ned i eller førtes bort af en flydende Masse af Slam og Grus, og hvorved ikke mindre end 111 Mennesker omkom, en Begivenhed saa rystende og med saa forfærdelige Scener, at den vistnok aldrig vil kunne glemmes, ligesaalidt som den Offervillighed, den Snarraadighed og det personlige Mod, som ved den Anledning blev lagt for Dagen.

At de Jordboringer og Terrainundersøgelser, som efter denne Begivenhed blev bragte i Forslag af Professor Dr. *W. Brøgger* og Guardein den Gang Storthingsmand *Th. Münster*, hvorom her nu

meddeles en Beretning, fandtes paakrævede, fremgaar noksom af den Beredvillighed, hvormed Storthinget bevilgede de dertil nødvendige Midler.

Undersøgelserne begyndte Sommeren 1894 i Størdalen, fortsattes i Sommeren 1895 i Værdalen og afsluttedes Høsten 1896 i Guldalen og i Trondhjem.

De blev af Storthinget bestemt henlagte under Norges geologiske Undersøgelse med Dr. *H. Reusch* som Bestyrer, til hvem jeg herved udtaler min forbindtligste Tak for hans velvillige Bistand.

Christiania i April 1898.

J. P. Friis.

Terrænundersøgelser og Jordboringer

i

Størdalen.

Udenfor hvad Professor *Brøgger* anfører i sin interessante Beretning af 26de Juni 1893 om Jordskredet i Værdalen (cfr. Arbeidsdepartementets Foredrag, Sth. Prp. No. 1, Hovedpost VII), foreligger der ingen nærmere Udtalelse om eller Plan for de Terrænundersøgelser og Jordboringer, hvortil Storthinget i 1894 bevilgede et Beløb af Kr. 3 500[1], deri iberegnet det fornødne til Anskaffelse af Apparater. Det ligger dog i Sagens Natur, at disse Undersøgelser, praktisk begrænsede, maatte gaa ud paa at undersøge:

> *om og hvorvidt de stedfundne Ras kunde antages at ville tage endnu større Dimensioner, — og*
> *om lignende Ras eller Jordfald derhos kunde befrygtes at ville finde Sted i tilgrænsende Strøg eller paa andre Steder, hvor de samme Aarsager til Skred eller Udglidninger kunde synes at være tilstede.*

Og det er det, som er skeet i den Udstrækning, som de indvilgede Midler tillod. Men foruden denne Hovedopgave

---

[1] Det samme Beløb blev senere bevilget ogsaa for 1895 og 1896.

for Undersøgelserne, har man derhos bistaaet Kanal- og Veivæsenet med Oplysninger om Grundens Beskaffenhed henholdsvis i Anledning af:

de projekterede Forføininger ved Granfossen i Vuku
og det
paabegyndte Veianlæg over Lyngaasen i Værdalen.

Undersøgelserne i Marken begyndte den 6te Juli 1894.

Om Størdalen i geologisk Henseende kan henvises til det geologiske Rektangelkart efter Iagttagelser af T. Kjerulf og M. Bugge i 1880—1881. Det Jordskred, som foranledigede Jordboringerne i Størdalen, fandt Sted Natten til den 16de August 1893 NO for, nogle hundrede Meter fra Morset (nordre) i nedre Størdalen. Det gik fra Vest mod Øst ned til Graaelven, var 650 m. langt og paa det bredeste 4 à 450 m. De udflydte Masser, der opdæmmede Elven, flød derhos langs denne mod Syd over en Strækning af ca. 1000 m. Bunden af Skredet danner ikke et jevnt Skraaplan nedad mod Elven, men større og mindre Forhøininger af gjenliggende Lermasser vexler med mere og mindre plane, svagt heldende Flader, afbrudte med høie, næsten lodrette Mæler tversover Skredet af fast Ler, hvoraf det synes at fremgaa, at de opblødte og udflydte Masser har ligget lagvis eller dannet begrænsede Sumper i høiere og høiere Niveauer op fra Elven paa et Underlag af fast Ler. Elven, hvor Udglidningen maa have begyndt, har aabnet Udløbet for den dybest liggende bløde Masse, og da den flød ud, faldt Overfladen over samme efter, hvorved Udløbet aabnedes for den høiere liggende bløde Lermasse og saaledes fremdeles opover. „Overfladen", anføres det i Størdalstidende for 18de August 1893, „bestod af Slaatteland, Skov og ikke ubetydelig Myr. Den sidste var meget vastung, og antages her som i Værdalen at have været en væsentlig Aarsag til Skredet". De vastunge Myrer har vistnok opblødt de underliggende Lermasser, men disse har antagelig flydt ud, fordi den nedad mod Elven aabne Væg af fast Ler har givet efter, og givet efter, fordi Elven efterhaanden har eroderet den tyndere og tyndere, saa at den tilslut ikke læn-

gere kunde modstaa Trykket af de bløde Masser indenfor samme. Eller Vandaarer har maaske efter mangfoldige Aars Arbeide omsider banet sig Vei ned til Elven og aabnet et Udløb for de flydende Lermasser. Vandet i Elven blev gult, lignede Myrvand, kort før Skredet, berettes det[1].

At omtale hvert enkelt af de mange udførte Borhul vilde blive for vidtløftigt og trættende. Jeg indskrænker mig til at omtale de mest oplysende. Det bemærkes forøvrigt, at vi ved Undersøgelserne i Størdalen kun havde Apparater for Boringer til et forholdsvis lidet Dyb.

Der blev boret i Øst og i Vest for Skredet, i hvilke Retninger Befolkningen nærede Frygt for, at Skredet skulde fortsætte. 34 m. fra Kanten af Skredet mod Nord, hvor Torvlaget (Mosetorv) var indtil 4 m. mægtigt, var Underlaget (Blaaler) blødt lige under Torven og til et Dyb af *26.60 m.* Og saaledes som det var her, har det rimeligvis været over større Partier af det udgledne Areal. Gjenliggende Rester af Torv viser desuden, at denne engang har havt langt større Udstrækning mod Nord og Syd end nu. Og Skredet vilde ganske vist have gaaet videre mod Nord, om ikke Terrænet havde faldt af mod denne Kant. Dog ikke meget videre. Boringerne viste nemlig, at Torvlaget længere mod Nord fra Skredkanten aftager i Mægtighed og at Underlaget her er mindre blødt.

[1] Ved Skredet gik intet Menneskeliv tabt. Flere havde dog „a narrow escape". En gammel Kone, som Aften og Morgen havde at melke Kjørene i et Sommerfjøs, som blev bortført af Skredet, pleiede aldrig at gaa derfra førend sent om Aftenen. Men den Aften, Skredet gik, fortalte hun, følte hun en besynderlig Uro og Iver for at blive færdig, saa hun gik derfra allerede Kl. 8 om Aftenen. Og det frelste hende.

En Mand med Kone og Barn boede i en Stue, hvor Skredet gik. De var allerede gaaede tilsengs, da Skredet begyndte, og førend de kunde komme ud, var Døren til Stuen stængt af Skredmasser og Stuen halvt omdreiet. Her gjaldt det at handle i Øieblikket. Ved Hjælp af en Stol fik han Vinduet og Vindueskarmen slaaet ud, hvorigjennem han i sidste Øieblik frelste sig selv, Kone og Barn. Hans Aandsnærværelse og Snarraadighed vakte almindelig Beundring. Jeg saa og talte med ham. Det var en i høi Grad imponerende Skikkelse, som havde en paafaldende Lighed med Fridtjof Nansen.

Videre Udglidninger mod denne Kant er ganske vist ikke at befrygte.

Under den bløde og deigformige Lermasse med Muslinger, der viser at det er Saltvandsler[1], fandtes et saa haardt Lerlag, at det var vanskeligt, for ikke at sige umuligt at trænge igjennem med de Apparater, som den Gang stod til vor Raadighed. Det er paa et saadant ***haardt og glat Underlag af Ler, at Glidningen har foregaaet og har kunnet foregaa saa hurtigt.*** En saa skarp Overgang i Konsistentsen af det samme Materiale er paafaldende og vanskeligt at forklare. Det er imidlertid et Faktum, som ved Boringer paa mange andre Steder i Dalføret blev konstateret, at bløde, indtil ganske flydende Lermasser vexler med fastere Lag og hviler umiddelbart paa et fuldstændig fast Lerlag.

52 m. mod Vest for Kanten af Skredet og 26 m. over Niveauet af Elven blev boret til et Dyb af 28.50 m., altsaa 2.50 m. under Elveniveauet. I Overfladen er her omtrent 1 m. mægtig meget haard sandblandet Ler, hvilende umiddelbart paa almindelig Blaaler, gjennem hvilket Boret hurtig avancerede; det kunde for en Del trykkes igjennem, men haardere Lag vexlede med blødere, og Underlaget i det ovenfor angivne Dyb var ogsaa her meget haardt. Heller ikke mod denne Kant er videre Udglidning at befrygte[2].

Foruden omkring Skredet blev der boret ved Hammar, den øverste Gaard i nedre Størdalen, efter Anmodning af

---

[1] Et ligesaa sikkert Bevis herfor, har man i Ryghvirvler, antagelig af en Hvalfisk, der opbevares paa Gaarden Bang, og som er fundne i en Lermo i Nærheden af Graaelven.

[2] Hvad der her optraadte umiddelbart under Græstorven holder efter Undersøgelse af Landbrugskemiker Werenskiold:

Grus og Sten over 1 mm.	0.44 %	99.56 % Finjord.
Sand af ½–1 mm.	0.19 -	
do. under ½ -	33.05 -	
Af slembare Partikler.	66.32 -	

Finjorden indeholdt:	0.238 %	Kalk	Opløselig i kold Saltsyre af Egenvægt 1.05.
	0.202 -	Fosforsyre	
	0.039 -	Kali	
	0.171 -	Kvælstof	

vedkommende Opsiddere, der strax efter Skredet i flere Nætter ikke havde vovet at overnatte hjemme, videre efter lignende Anmodning ved Mørset (søndre), alle paa Vestsiden af Graaelven. Om disse Borhul kunde anføres flere ret interessante Enkeltheder, saaledes f. Ex., at der ved Hammer *under* det graa, haarde Lerlag i Overfladen fandtes et Torvlag, ovenpaa den dybere Blaaler, noget, som rimeligvis har sin Grund i et tidligere Skred; men indskrænker jeg mig til at bemærke, at der paa ingen af disse Steder syntes at være Grund til Frygt for Udglidninger eller Jordfald.

I saa Henseende var Tilstanden efter anstillede Undersøgelser mindre beroligende paa et Par Steder i øvre Størdalen paa østre Side af Graaelven, navnlig ved

Hofstad,

omtrent ret Øst for Mørsetskredet. Ret ned for Hofstad ved Graaelven fandt i Januar og Februar Maaned et Jordskred Sted af forholdsvis ganske store Dimensioner, der medførte Tab af Skov og Udmark, og hvortil Grunden rimeligvis nærmest har været Gravning af Elven. Der blev foretaget en Række Boringer fra Elvebredden mod Øst op til Gaarden. Nær Elvebredden og ganske lidt høiere end Elven var de her oplagte Lermasser fra Morsetskredet endnu saa bløde, at Boret kunde trykkes ned hele 10 m. Fra Kanten (Skredkanten) af den efter Skredet i Januar og Februar Maaned 1894 gjenstaaende Jord- og Lermæle og op til Plateauet, hvorpaa Hofstad, 105 m. o. H., ligger, var Grunden et langt Stykke fast, tildels meget haard under Græstorven, men eftersom man kom længere mod Øst og nærmede sig Plateauet blev det fra først af kun 1.60 m. mægtige, bløde Lerlag mægtigere og mægtigere, indtil man 100 m. mod Vest for Husene fandt *27.60 m.* dyb, meget blød Blaaler under et kun 1.60 m. mægtigt Muld- og Torvlag og et 1.60 m. mægtigt haardt, graat Lerlag („Mo“) Boret rak ikke længere, saa det er muligt, maaske sandsynligt, at det bløde Ler gaar endnu dybere. Men i ethvert Fald saa har man her, saagodt som ligeved Husene, en meget

dyb, blød Lermasse (Lersump), der ganske vist opfordrer til Opmerksomhed med Elven nedenfor og til Regulering af denne saaledes, at den ikke foraarsager videre Udglidninger op imod Hofstad. Og dette saa meget mere, som denne Lersuppe antagelig strækker sig flere hundrede Meter længere mod Vest under de her optrædende mægtige Myrstrækninger. Hofstad ligger ikke mere end 900 m. fra Elven. — Her er unegtelig Betingelser tilstede for en lignende Katastrofe som ved Morsetskredet. Men den lader sig antagelig forebygge ved Regulering af Elven. — Efter yderligere anstillede Boringer er der heldigvis ingen Grund til Frygt for Jordfald uden som Følge af Udglidning af de flydende Masser. Grunden under Husene viste sig fast og der er heller ikke Grund til Frygt for Udglidning mod Syd. Over Lersuppen nær Husene er der nu Ager og Eng, men det ligger ikke længere tilbage i Tiden, end at den ældste Mand paa Gaarden erindrer at den mægtige Myr, man har længere mod Vest, bevoxet med Naaleskov,strakte sig lige hen til Husene. Og heri har man maaske en Forklaring paa denne, efter det Indtryk man faar af Overfladen, høist overraskende Tilstand af Jordbunden.

Undersøgelserne fortsattes længere mod Syd i øvre Størdalen. — Ved Sætran, 97 m. o. H og 1000 m. mod Øst for Graaelven, var Jordbunden noget, men ikke meget bedre end ved Hofstad. Nær Husvæggen hos Peder Sætran fandtes saaledes øverst et 2 m. tykt, fast Lag af sandblandet Ler („Mo"), men forøvrigt blødt Blaaler, saalangt Boret rak, det vil sige til et Dyb af *27.60 m.*, dog ikke saa blødt, at Boret som ved Hofstad med Lethed kunde trykkes ned; dertil maatte anvendes 3 til 4 Mænd.

Lidt østligere var det øverste, faste Lag 5 m. tykt, men ogsaa her var Blaaleret under samme saa blødt, at Boret kunde trykkes ned. De bløde Lermasser har dog neppe den Udstrækning her som ved Hofstad, strækker sig ialfald neppe saa langt ned mod Elven, at nogen Udglidning skulde kunne foraarsages ved den. — Der er vistnok Bækker som gjennemskjærer Terrænet fra Øst mod Vest — og Bækker i et Terræn

som dette er i Almindelighed farlige — men den største, Ulstadbækken, har et meget haardt Underlag af Grus med Grus paa Siderne, der gjør den ufarlig. — Forøvrigt er det ikke langt Syd for Sætran, at det i Bygden ofte omtalte „Kyllofald" fandt Sted, efter Traditionen for 2 a 300 Aar siden. Hvis man tør tro Traditionen skede dette Fald under ganske særegne Omstændigheder. Forud for Faldet siges Graaelven at have været „borte" i hele 3 Aar, at have banet sig Vei *under* Overfladen fra Sætran og helt ned til Kyllolaupet, et Navn, som synes at tyde hen paa Katastrofen. Hvorom alting er, saa synes Terrænet at vise, at her ingen Udglidning, men *et Fald,* en Synkning af Overfladen paa en større Strækning har fundet Sted. Efter et Fald eller en Udglidning vil i Almindelighed Ligevægt i Terrænet atter være opnaaet og det er antagelig Tilfældet her.

Paa Pladsen under Kyllo (Kylloplads), ikke langt fra en brat Skrænt paa Sydøstsiden af Graaelven var man ængstelig for en Udglidning mod Elven. Boringen viste et 1.90 m. mægtigt Jordlag øverst, derefter 1.60 m. blød og saa haard Ler, som i 8 m. fra Overfladen var ugjennemtrængelig med Haandboret. Netop her er ganske vist ingen umiddelbar Fare for Haanden, men er især nordre Bred af Graaelven langs dette Strøg temmelig truende. Det er, efter hvad Jon Leegaard, Eieren af Kvaalsvedjen, oplyste, blot 5 à 6 Aar siden de her optrædende høie og bratte Lermæler opstod, ikke ved Udglidning, men ved et Fald: Oprindelig havde de ganske lodrette Vægge, som om „flere Husvægge var satte ovenpaa hinanden". Graaelvens Leie er i de sidste 40 Aar, efter hvad den samme Pladsmand oplyste, blevet 12 Fod lavere, hvorved maaske bløde Masser har fundet Udløb og Faldet opstaaet. Det vilde maaske kræve uforholdsmæssig store Udgifter at forhindre gjentagne Fald eller Udglidninger her, men vist er det antagelig, at næst Partiet nedenfor Hofstad er dette det svageste Parti langs Graaelven. Hertil bidrager desuden Kvittunbækken og Luddabækken, der forenede falder ud i Graaelven, ikke langt herfra, og langs hvis Bredder mindre Udglidninger

har fundet Sted paa flere Steder. I Børstadmarken — under denne Benævnelse er indbefattet 10 Pladse, alle Syd for Kvittunsbækken — optræder det med Rette frygtede Kviklere[1] under Græstorven og over Blaaleret, men, saavidt det kunde iagttages, dog kun i ringe Mængde. Ved de foretagne Boringer er hverken Kvikler eller Kviksand paavist paa andre Steder i Størdalen. Her er Lagfølgen ovenfra og nedover, saalangt Boringerne naaede, Græstorv eller Myr, „Mo" — graa, sandblandet Ler — og Blaaler, der efter hvad der senere var Anledning til at iagttage, hviler umiddelbart paa krystaliniske Skifere, hvor ikke disse er bedækkede af et grovt (glacealt?) Gruslag. „Terrassernes og Elveslyngningers Sand" — saaledes benævnte paa det geologiske Rektangelkart — danner kun et begrænset Parti i nedre Størdalen fra Størdalshalsen og, efter Kartet, op til Hofstad paa Østsiden af Størdalshalsen, men i Virkeligheden videre langs østre Side af Graaelven op til og et Stykke forbi Vennen. Et Grustag her viser, lagformig anordnet, fin Sand umiddelbart under Græstorven og derefter et grovt Gruslag med egstore, afrundede Stene, hvis Mægtighed ikke kunde iagttages. Leret er paa sit oprindelige Leie (in situ) altid af udpræget laget Struktur. Det er ofte saa homogent og haardt, at Elven deri danner regelmæssige Fordybninger af Form som Jettegryder. Graaelven fører stadig opslemmet Ler og bærer saaledes sit Navn med Rette. Pr. Liter holdt Vandet opslemmet *51.165 Gr.* faste Stoffe efter velvillig Undersøgelse af Kemiker *Werenskiold* af en medbragt Prøve. Det fortjener at noteres, at der paa flere Steder langs Graaelven er saltholdige Kilder. En medbragt Prøve holdt efter Hr. *Werenskiolds* Undersøgelse

[1]) Kvikler er som bekjendt et med fin Sand opblandet Ler eller det bestaar hovedsagelig af meget fin Sand, kunde derfor ogsaa gjerne kaldes Kviksand. Det har den Egenskab til en vis Grad at kunne optage Vand uden at blive blødt eller fugtigt, saalænge det ikke rystes eller kommer i Bevægelse, men saasnart det sker, hvorved Kapilariteten ophæves, kan det endogsaa blive flydende ved det Vand, det selv afgiver. (cfr. forøvrigt: Skredet i Værdalen af Kanaldirektør Sotren. Teknisk Ugeblad).

1.43 % ClNa, et yderligere Bevis for dets Afsætning under Havet. Om den glaceale Tid minder Friktionsstriber og Jettegryder, 130 m. over Havet ved Aasveien, et Fjeldparti af Sandsten og Skifer, som rager op over det løse Terræn.

Et andet Strøg, hvor ogsaa Jordfald hyppig har fundet Sted, er Leksdalen i Syd for Størdalselvens Munding. Ogsaa her har man, som det vil sees af det geologiske Rektangelkart, Leraflejninger, gjennemskaarne først og fremst af Leksa, men ogsaa af Sidebække, hvoriblandt Sortes-Bæk maa antages at have spilt en Rolle ved de stedfundne Katastrofer, rimeligvis i Forening med vandsyge Myrer, som fremdeles optræder i stor Udstrækning. Alene under Eiendommen Rødde er der 100 Maal Torvmyr. Den benyttes i stor Udstrækning til Brændsel. Foruden store opretstaaende Furutræer har der *under Overfladen* været fundet tilspidsede „Gjærdestør" i regelmæssige Afstande fra hinanden.

Efter Traditionen inden Bygden fandt det første og ældste Skred Sted i 1805. Det er det nu saakaldte Stubergs Fald[1]. Efter det fulgte i Nærheden et større Skred i 1821. Begge disse Skred førte Lermasserne helt ned til Størdalselven langs Løbet af Sortes-Bæk. „Værnesleret" (se Rektangelkartet) menes at være oplagte Lermasser fra disse Skred. Og at Sortes-Bæk efter at have gaaet mod NV. ned imod Størdalselven svinger ret mod Øst skal skyldes Opdæmninger ved Skredene. Det sidste Fald fandt Sted for ca. 30 Aar siden; det løb ud i det tidligere Fald, hvoraf Omridsene endnu tydelig kan sees, skjønt det hele nu er græsbevoxet. Dybden af disse Fald har ikke været betydelig. Fra Kanten af Skredet nær Rødde og til antagelig det dybeste Punkt er en lodret Høide af vel 14 m., men de har tilsammen havt en større Udstrækning end Mørsetskredet. Paa et Sted var Bredden 850 m. og Længden

[1] Traditionen beretter om gribende Scener ved dette Fald. Flere Mennesker siges at være blevne levende begravede. Man saa dem og talte med dem, men kunde ikke komme dem tilhjælp. Presten — Witrup — skal have forberedt dem til Døden, uden at kunne komme hen til dem.

700 m. Selve Udløbet langs Sortes Bæk har været meget trangt. Der har tydeligvis oprindelig været en eller flere Lersupper, som Sortes Bæk har givet Afløb. Det kunde synes paafaldende, at disse kan være ført saa langt som helt ned til Størdalselven over et forholdsvis saa fladt Terræn og gjennem et saa trangt Løb, men store Masser maa have flydt omtrent som Vand og revet med sig de fastere Masser. Efter lokalkjendte Folks Opgivende (Ole Rødde m. fl.) optræder her mere Kvikler end høiere op i øvre og nedre Størdalen. Der kunde synes at være Opfordring til Jordboringer paa begge Sider af Sortes Bæk, hvor flere bebyggede Eiendomme synes at have en farlig Beliggenhed, naar hensees til Grundens Beskaffenhed og de tidligere Ras i Nærheden. Det samme er Tilfældet langs Leksa Elv ret ned for Rødde Eiendomme, hvor mindre Udglidninger nylig har fundet Sted. En af Opsidderne her vilde af et Vandsig ved Foden af den 39 m. høie Lermæl nær ved Husene se et Bevis for, at der inde i Mælen er opblødte Lermasser.

Man fandt at burde begynde Undersøgelserne i

Værdalen

ved *Granfossen i Vuku,* hvor et lignende Gjennembrud som ved Hærfossen befrygtedes og hvor af den Grund en Regulering af Elven ovenfor Fossen var under Overveielse af Kanalvæsenet. Det gjaldt ved Boringer at paavise, om og hvorvidt en fremstaaende Tange mellem Elven ovenfor og nedenfor Granfossen bestod af blot løse Masser ned til og under Elvens Niveau. I bekræftende Fald syntes nemlig et Gjennembrud kun at maatte være et Tidsspørgsmaal efter den Retning, Elven havde taget ovenfor Granfossen. Denne som det synes skjæbnesvangre Forandring af Elveløbet var efter Udsagn af en gammel Mand foregaaet i de sidste 40 Aar. Før den Tid var der Ager og Eng, hvor Elven nu har sit Løb og danner

en stor Bugt med høie Lermæler forinden den løber ind i og danner Granfossen, som gaar i fast Fjeld. Ved denne Bugt, hvor et Gjennembrud for Tilfældet vilde finde Sted, og 6.90 m. over Vandspeilet i Elven, blev nedboret til et Dyb af 12.40 m., altsaa 5.50 m. under Vandspeilet. Boret gik den hele Tid i Ler, der i 4 m. fra Overfladen var saa blødt, at Boret temmelig let kunde trykkes ned 4 m. Den bløde Lermasse ligger altsaa dybere end selv den daværende lave Vandstand. 40 m. længere mod Vest fandtes fast Fjeld, men først 4.40 m. under Elveniveauet mod Øst. Borhul baade østligere og vestligere end dette til et Dyb af 4.50 og 4.90 m. under Elveniveauet henholdsvis nedenfor og ovenfor Granfossen viste derimod atter blot Ler, intet fast Fjeld. Men Leret var her under Elveniveauet overordentlig fast; ved 600 Omdreininger af Boret avancerede det tilslut blot 10 cm.

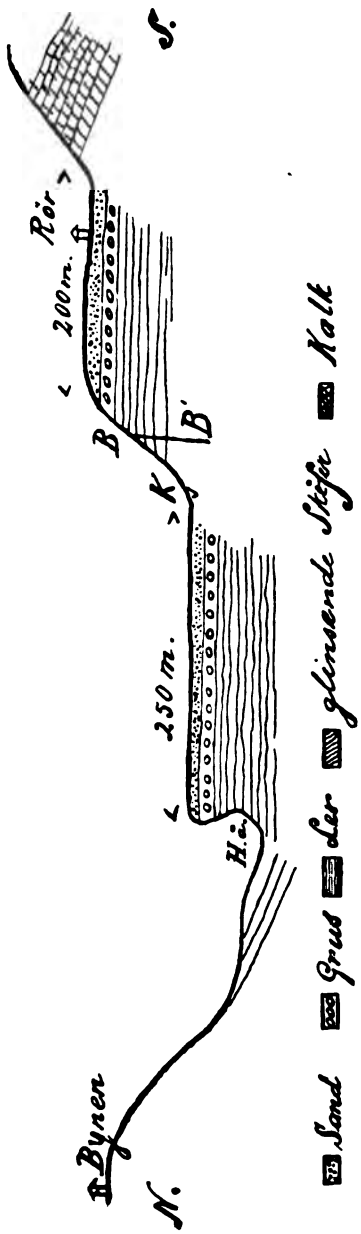
Kanalvæsenets paatænkte Forføininger for at gjengive Elven ovenfor Granfossen sit gamle Løb maa siges at være i høi Grad paakrævede.

Efter Anmodning af Kanalvæsenet blev der desuden foretaget Boringer og Terrænundersøgelser nedenfor Granfossen eller ovenfor Hærfossen ved Gaardene

Overholmen, Overmoen og Rød.

Katastrofen ved Hærfossen havde nemlig medført, at navnligen Overholmsgaardene syntes stærkt truede, idet der udenfor disse langs Helgaaen ved Sænkningen af denne var dannet høie og bratte Mæler. Det var navnligen Tilfældet ret nedfor Bynen, hvor Helgaaen ved et fremspringende Næs af fast Fjeld var givet et mere sydligt Løb og havde dannet en Bugt ind imod Overholmsgaardene. Efter en foreløbig til Arbeidsdepartementet indgivet Forestilling om Forholdene blev der truffet Forføininger til Flytning af de endnu igjenstaaende Bygninger paa Overholmen. En af de tre Opsiddere havde allerede flyttet sine Huse, da vi anstillede vore Undersøgelser.

Hosstaaende ideale Snit fra Bynen over Helgaaen og Sletten, hvorpaa Overholmsgaardene ligger, til Rød viser de geologiske Forhold. Hvis Kvislen (Bækken) *K* skulde grave sig dybere, hvortil der ved Helgaaens Sænkning er lettere Adgang end tidligere, vilde der muligens opstaa Fare for Udglidninger under Rød. Her er nemlig ved Boringer paavist blød Lere ned til et Dyb af 14 m. fra Overfladen. I den foreløbige Forestilling til Departementet om Forholdene blev der gjort opmærksom herpaa med Henstillen at søge Gravning af Bækken (Kvislen) forebygget. Foruden under Gaarden Rød blev der foretaget Boringer paa begge Sider af den Terrasse, hvorpaa Overmoen ligger. Paa den ene Side af denne i Skraaningen ned mod Barsjøen, 4,40 m. over Vandspeilet af denne, fandtes under Jorddækket en 9,50 m. dyb, saavidt det kunde skjønnes, fuldstændig flydende Lersuppe. Og paa den anden Side af Terrassen i Skraaningen ned imod Overholmen først 2 m. fast, derefter 4 m. meget blødt—Boret trykkedes ned—og tilslut 6.50 m. fast Ler, hvoraf den sidste halve Meter var



yderst vanskelig at trænge igjennem. Bunden naaedes ikke. Øverst bestaar Terrassen af Sand og et grovt Gruslag saa mægtigt og haardt, at vi forgjæves søgte at trænge igjennem det. Det er imidlertid sandsynligt, at der gjennem hele Terrassen gaar et blødt Lerlag, som tiltager i Mægtighed henimod Barsjøen, hvor det har en fuldstændig flydende Konsistents, hvilket muligens staar i Forbindelse med eller er en Følge af Barsjøen. Der har derfor været Tale om at udtappe denne. Barsjøen har Udløb mod Syd til en Bæk Øst for Søen ned til Helgaaen[1]. Det er imidlertid tvivlsomt, om en Udtapning, hvilken kun kunde opnaaes ved Gravning af en dyb Grøft, vilde være heldig, da den muligens kunde foraarsage en Udglidning fra Terrassen nedad mod Søen. Efter Opgivende af Ingeniør *Emil Aubert* er Søen 4 m. dyb; i Bunden og under den tilstødende Myr er ganske vist dybe Ansamlinger af rimeligvis Kvikler. Som Terrænforholdene nu er, er der ingen Adgang for dette til at flyde ud.

Der blev foretaget flere Boringer omkring Overholmsgaardene. Da der imidlertid senere her er foretaget flere og dybere Boringer af Kanalvæsenet, hvorom Beretning rimeligvis vil blive afgivet, bemærkes her kun, at naar Beboerne bestemt forsikrede, at de havde hørt „Vand risle under Grunden" lige ved Husene, saa er dette ganske vist kun en Følge af deres som rimeligt kan være i høi Grad opskræmte Fantasi. Grunden nær Husene er, efter hvad vi ved vore Boringer kunde iagttage, fast og stærk nok til at bære Husene.

Forøvrigt er det maaske værd at lægge Mærke til, hvad der senere er meddelt, at, da det sidste Gjennembrud fandt Sted ovenfor Hærfossen, opstod der en Revne i Jorden langsefter den paa det geologiske skematiske Profil angivne Kvisle, og at Overfladen sank 1 m. paa et længere Stykke

[1] Traditionen beretter, at for 100 Aar siden druknede under et Fiske paa Søen en Søn af den daværende Opsidder paa Overmoen, og at denne derfor afstængte Bækken, hvorigjennem Fisk kom op fra Helgaaen, „for at ingen mere skulde omkomme her paa denne Maade".

paa Østsiden af denne. Selv om Overholmens Huse flyttes længere ind fra Elven (Helgaaen), hvorfra Faren for Øieblikket tilsyneladende er størst, er deres Beliggenhed neppe tryg for en længere Fremtid. Man maa ogsaa ved Bedømmelsen af Terrænet erindre sig de høie og bratte Mæler paa denne Side af Helgaaen ligeoverfor Udraset ved Bjørstad. Saa bratte og høie Mæler i et saa løst Terræn som her kan i Længden ikke antages at holde sig, allermindst da Elven rimeligvis vil vedblive at grave sig dybere ned ved Foden af dem.

Undersøgelserne for Kanalvæsenet afsluttedes den 12te August. Men forinden vi paabegyndte Undersøgelserne omkring det store Skred i Værdalen, stansede vi paa Nedturen fra Volden ved Holmen for, efter Anmodning af Værdalsbrugets Bestyrer, Hr. Johan Getz, at foretage en Undersøgelse af Elvebunden, hvor Inna løber ind i Værdalselven, i Anledning af et paatænkt Forbygningsarbeide. Dette var vistnok et rent privat Anliggende, men antages dog ikke at ligge udenfor Øimedet med vore Undersøgelser i det Hele taget.

For Undersøgelser paa Østsiden af Storskredet i Værdalen tog vi Station paa Reppe. Efter Bestemmelsen skulde den danske Bormester, for at vise Brugen af det nu anskaffede hydrauliske Apparat for dybe Boringer, indfinde sig den 15de August. Han ankom imidlertid først Fredag Aften den 17de og da en Dag medgik til Opstillingen af Apparatet, kunde Boringen med dette først begynde den 20de August. Vi var altsaa endnu i nogle Dage henviste til de mindre fuldkomne Apparater. Med disse foretoges Boringer ved Reppe og Ekklo, paa begge Steder efter Anmodning af vedkommende Opsiddere (Elling Reppe og Johan Ekklo). Mellem Faaren, som vi strax nedenfor kommer tilbage til, og

Reppe

har engang ligget en Gaard, Høgreppe kaldet, som gik ud ved Skredet fra Skrove — „Skroveskredet“ — i det 14de Aarhundrede, hvorom man nu kun har dunkle Sagn. Før dette Skred siges Leraabækken, der antagelig har været den nær-

meste Aarsag til Skredet, at have gaaet Nord for Rognhaug gjennem Ekklodalen. Det er oplyst, at der ved Reppe fandt et mindre Skred Sted strax forud for Skredet gjennem Follodalen, antagelig foraarsaget ved Gravning af Elven, som af den Grund nu ved Kanalvæsenets Forføininger er givet et nyt Løb længere Syd for Reppe. Ved Reppe er imidlertid fremdeles Fare for Ras, der ogsaa fandt Sted under vor Nærværelse efter Revner, opstaaede indenfor de antagelig omkring 40 m. høie aldeles lodrette Lermæler kun nogle hundrede Meter fra Husene. Af de foretagne Boringer til et Dyb af henimod 15 m. at slutte bestaar disse Lermæler af temmelig fast Lere uden, som paa andre steder iagttaget, mellemliggende bløde Lerlag. Nogen større pludselig Udglidning som Følge af indesluttede flydende Lermasser er saaledes neppe at befrygte, skjønt dette vistnok ikke med Bestemthed kan udtales; dertil var de foretagne Boringer ikke dybe nok; men der er som sagt fremdeles Fare for, at der af de bratte Mæler vil skives af Stykke for Stykke og omsider muligens gjøre en Udflytning nødvendig. At forebygge disse Afskivninger er vanskelig for ikke at sige umulig med rimelig Bekostning.

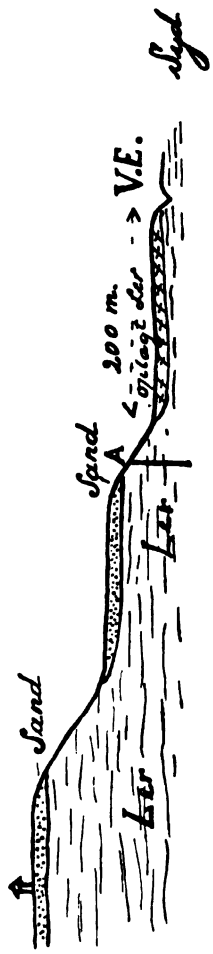
De nærmeste Omgivelser strax Øst for Reppe ved Stubskin er heller ikke af de bedst betryggede. Her turde navnligen en Bæk vest for Stubskin være værd en nærmere Undersøgelse, da den, hvis den graver sig dybere, turde blive den første Aarsag til en Katastrofe. Efter hvad Elling Reppe senere kan oplyse, har han indgivet en Forestilling til vedkommende Herredsstyrelse om at indgaa til Kanalvæsenet med et Andragende om en Undersøgelse af de her paapegede Forhold, hvortil der turde være Opfordring. Vi kommer senere tilbage hertil.

Ekklo.

Paa Veien til Ekklo passerer man Landfald, et Navn, der skriver sig fra et Jordfald langt tilbage i Tiden. Før dette kaldtes det bebygede Sted, som gik ud ved Faldet, Høgekklo,

fordi det laa høiere end Ekklo. Her tilføies et idealt Snit fra Ekklo mod Syd til Værdalselven.

Ved Punktet *A* fandtes Grunden, skjønt græsbevoxet, saa blød, at Boret med Lethed trykkedes ned 12 m. Det oplystes, at denne Blødhed var opstaaet efter det store Folloskred, og antoges at være en Følge af, at Vandaarer gjennem Terrassen er blevne stængte (tilstoppede) ved det ved Skredet oplagte nu udtørrede 2 m. mægtige Lerlag ved Foden af Terrassen. Der næredes Frygt for, at denne Opbløden kunde tiltage, og at tilslut en Udglidning vilde finde Sted. Hvorvidt en saadan for Tilfældet vilde blive af nogen Betydning beror selvfølgelig paa Udstrækningen af de opblødte Masser. Men i ethvert Fald vilde Omkostningerne ved Gravning af en Kanal gjennem det oplagte Ler fra Foden af den nederste Terrasse og ned til Elven for at reetablere det tidligere Forhold ikke blive saa betragtelige, at en saadan Gravning burde undlades. Man venter nu engang naturligvis alt udført paa offentlig Bekostning.



Jeg skal derhos gjøre opmærksom paa, at Svenhaugbækken, mellem Landfald og Ekklo, der ikke findes angivet paa Kanaldirektør Sætrens Kart over Værdalen, i betænkelig Grad har gravet sig ned i Leren, at den har høie Lermæler, der synes at true med at glide ud.

Den Kanal, som graves af Kanalvæsenet for at aflede det ved Rognhaug opsamlede Vand efter Skredet, mentes af Opsidderne paa Ekklo at kunne medføre en Udglidning mod NV. Det ser vistnok truende ud, men er dog en Udglidning her mindre sandsynlig af den Grund, at den høie Lermæl nedimod Kanalen maa antages at

være en fast Skredmasse. Ved Gravning efter Vand oppe paa Mælen stødte man nemlig, *12 Alen under Overfladen, paa et opretstaaende Træ med Grenene paa*, der selvfølgelig maa være ført hertil. At her ligger en Skredmasse stemmer desuden med Sagnet om „Skrovestredet", der fulgte Løbet af Leraabækken, som før Skredet som anført skal have gaaet nordfor Rognhaugen gjennem Ekklodalen.

Faaren,

er en af de største og bedst bebyggede Eiendomme i Værdalen, men staar for Tiden ubeboet af Frygt for, at Folloskredet skal strække sig videre mod Øst. Østre Kant af dette Skred er blot 230 m. fra Bygningerne. 209 m. fra denne Kant af Skredet blev boret (1 $\frac{94}{}$ paa Plankartet) til et Dyb af 53 m. Efter at have gaaet igjennem „Mo" og fast Blaaler i 9 m., trykkedes Boret ned 9.58 m. i ganske blødt Ler. Senere vexlede Lag af forholdsvis fast og mere og mindre blødt Ler til som anført et Dyb af 53 m., hvor man stødte paa et grovt antagelig glacialt Grus, som, at slutte af hvad man senere andre Steder fandt, ikke er mere end kanske høist 1 m. mægtigt og som ligger umiddelbart paa Fjeldgrunden. Hvad der i Forhold til de blødeste Lag maatte kaldes fast, var dog ikke fastere, end at Boret iblandt avancerede 4 m. i 10 Minutter. Om Udstrækningen af de her paaviste blødeLermasser kan selvfølgelig intet bestemt sluttes af et enkelt Borhul. Der er dog neppe nogen Fare for, at det *gamle Skred* skal fortsætte mod Faaren eller for en videre Udglidning mod den Kant, da Skredmælen her er skraa og lav med store Flag af Græstorv, der efterhaanden vil gro sammen og danne en Vold imod de bløde og muligens flydende Masser indenfor. Imidlertid turde det være heldigt af Hensyn til Faaren om Jermstadbækken, som nu gaar ud i Skredet og som allerede har høie og bratte Mæler, hvorfra store Masser styrter ned i Bækken, blev givet et sydvestligt Løb, hvortil der er let Adgang.

Samtidig med Boringerne ved Faaren blev der efter Anmodning af Sektionsingeniør Sommerschield i Anledning af det nye Veianlæg foretaget Boringer 300 m. NV. for Jermstad

og 60 m. mod Nord for den nærmeste nordre Kant af Skredet. Her fandtes fast Fjeld i 1 til ca. 9 m. fra Overfladen. Mod denne Kant vil altsaa Skredet ikke kunne gaa videre. Nærmest i Anledning af den udstukne Veilinje blev der derhos boret i Follodalen 230 m. mod Nord fra nærmeste Kant af Skredet. Her fandt man fast Fjeld 15 m. fra Overfladen. Lerlaget var her kun 2 m. mægtigt og derhos fast; det hvilte paa et 13 m. tykt Lag af Kvarts- og Skifergrus. Heller ikke mod denne Kant er videre Udglidning at befrygte.

Den 25de August begyndte Boringerne langs Vestsiden af Skredet, hvor Gaardene Uglen (Prestegaarden), Mo og Haga ligger foruden Pladsene Klokkerhaug og Momoen.

Uglen.

Et Borhul (2 $\frac{94}{}$ paa Plankartet) blev anbragt inde i Gaardsrummet. Forholdene er her ganske mærkelige. Øverst har man et 15 m. tykt, temmelig grovt Gruslag, derefter fin Sand og lerblandet Sand til et Dyb af 34 m. og saa *en fuldstændig flydende Lersuppe til et Dyb af 57 m.* Under denne var Lermassen fastere; Boret naaede et Dyb af 89 m. i den samme Lermasse uden at naa fast Fjeld. Under Uglen staar altsaa *en 23 m. dyb* flydende Lersuppe, som hvis den fik Udløb utvivlsomt vilde medføre Udglidning eller Synkning af hele den store Terrasse, hvorpaa Uglen ligger. Heldigvis ligger den saa dybt, at den ikke kan finde Udløb udad mod det gamle Skred og heller ikke mod nogen anden Kant, saalænge Terrænforholdene er som de nu er. Saaledes som Forholdene er under Uglen, har de naturligvis været paa flere Steder i Follodalen. Kun har de flydende Masser her ligget høiere.

Under Gaarden

Mo,

hvor der derefter blev boret (3 $\frac{94}{}$ paa Plankartet), er Forholdene ikke stort bedre. 100 m. Syd for Bygningerne var fra Overfladen af

3 m. grovt Grus,
12 - fin Sand,

5 m. lerblandet Sand,
7.5 - blødt Ler,
2.5 - vexlende blødt og fast Ler,
26 - jevnt blødt Ler,
6 - vexlende blødt og fast Ler,
0.5 - grovt Grus — om Elvegrus eller glacialt Grus, skal jeg lade være usagt.

Under dette, altsaa i et Dyb af 62.5 m., *fast Fjeld.*

Den 26 m. dybe bløde Lermasse er her maaske ikke fuldt saa blød og flydende som ved Uglen, men dog ganske vist blød nok til at flyde ud, hvis dertil var Anledning. Og Faren for Udglidning er her større end ved Uglen, da de bløde Lermasser ***ikke*** ligger under eller dybere end Foden af Skredmælen mod Sydost, som er ca. 40 m. høi.

At forhindre — om muligt — videre Ras eller Udglidning af denne Mæl, synes at være af den allerstørste Betydning for Mo-Gaardene, ja for hele den Terrasse, hvorpaa Mogaardene og Uglen ligger, saalangt nordover som helt til eller nedenfor *Øgstad.* Et Borhul (4 $\frac{94}{}$ paa Plankartet) 150 m. fra nærmeste Skredkant mod Øst og 575 m. ret Nord for Borhullet i Gaardsrummet paa Uglen viste nemlig først 1 m. dyb Myr, saa 2.20 m. fin Sand og forøvrigt saa blødt Lere, at Boret sank ved sin egen Vægt til et Dyb af 44.80 m., — naar fraregnes et 10 cm. tykt fastere Lerlag, — til et Dyb af ***49.82 m.*** Herunder fandtes et lignende Gruslag som ved Mo, og i et Dyb af 52.82 m. *fast Fjeld.* Det er høist sandsynligt, at denne bløde Lermasse strækker sig under hele den store Myr, som findes sydøst for Økstad. Og at den ikke flød ud ved det store Skred, maa rimeligvis grunde sig paa en ren Tilfældighed. Maaske Dybden aftager eller Fjeldgrunden stiger nedad mod Skredet.

Haga.

20 m nordfor Bygningerne, efter Kanaldirektør Sætrens Kart 21 m. o. H., fandtes ovenfra og nedad (5 $\frac{94}{}$ paa Plankartet):

2.20 m. temmelig grovt Grus,
1.50 - Lermo,
16.58 - fast Ler,
8.00 m. faste Lerlag vexlende med bløde,
29.72 - fast Ler,
31.00 - faste Lerlag vexlende med bløde.

I det opnaaede Dyb af 89 m. naaedes *ikke* fast Fjeld.

Grunden maa her siges at være god. Det er maaske ikke usandsynligt, at Haga ligger paa en gammel Skredmasse, saaledes som utvivlsomt Tilfældet er med Lyng (nordre og søndre), Stabbe, Lyngsmoen og

Hægstad.

Her — mellem Fagerhøi og Hægstad — fandtes nemlig først ($6\frac{94}{}$ paa Plankartet):

1 m. Sand og Muld, saa
1 - Myr, saa
2 - almindelig Grus og Sand. Derfra til et Dyb af
15.60 - fast Lermo og derfra til et Dyb af
20.50 - Grus, der hvilede paa, hvad vi den Gang antog for *fast Fjeld,* men som efter de senere udførte Boringer maa antages blot at have været en meget stor Rullesten. Ved denne Skredmasse fra Hægstad og sydover langs østre Side af Elven er man ganske vist fuldstændig betrygget mod en Udglidning af Terrassen, hvorpaa Mogaardene ligger, *mod Vest.*

Men ikke langt fra Hægstad, ved

Stikklestad (øvre)

fandt man atter den samme uhyggelige Lersuppe som paa flere andre Steder, $7\frac{94}{}$ paa Plankartet. Under et 2.80 m. tykt Dække af fin Sand, mødte man Lermo og i et Dyb af 8.5 m. blød Ler, som vistnok blev noget fastere i et større Dyb, *men fra 25 m. fra Overfladen og til 42.50 m. sank boret ved sin egen Vægt.* Fra 42.50 m. fra Overfladen var Lermassen atter lidt fastere, Boret sank ikke ved sin egen Vægt, men Modstanden var dog knapt mærkbar helt ned til det opnaaede Dyb af *91.50 m.* Mellem

80 og 90 m. fra Overfladen mødte man løse Stene, rimeligvis ikke langt fra den faste Fjeldgrund.

Nogen Udglidning vides ikke her nogensinde at have fundet Sted. Og forholder det sig som den 84-aarige Kaarmand paa Stikklestad vil vide, at det nuværende Stikklestad er det samme Stikklestad, hvorpaa den fra Sagaen bekjendte Torger[1], hvorfra han i ret nedstigende Linje, skjønt neppe med Rette, mener sig at nedstamme, under Slaget ved Stikklestad boede, kunde maaske Grunden her siges at have staaet sin Prøve. Et „Kart over Situationen ved Stikklestad Gaardene udi Værdalen", optaget i 1794 af O. Lyng, hvilket findes ophængt i Kommunelokalet, viser ialfald, at Situationen, Beliggenheden af Kirken o. s. v. for 100 Aar siden var den samme som nu. Kun laa efter Kartet Stiklestad (øvre) den Gang paa nordre istedetfor som nu paa søndre Side af Veien. Men heri er nu ingen synderlig Betryggelse. Hvis en Udglidning ved Stikklestad (øvre) skulde kunne finde Sted, maatte det være nedad mod Stikklestadbækken. Denne ligger vistnok 20.80 m. lavere, end Toppen af Borhullet, altsaa 4.20 m dybere end Overfladen af de bløde Masser, men den gaar i Ler og har bratte, vistnok ikke synderlig faste Lermæler, og det er ikke usandsynligt, at den efterhaanden vil grave sig dybere, da den nu optager Vandet *samlet* fra Myrene under Kolshaug og Øgstad gjennem de gjennem disse optagne Grøfter. Paa denne Bæk bør man vistnok være opmerksom En Udglidning af Stikklestad (øvre) vilde ganske vist trække med sig Lersuppen — vistnok ikke paavist, men som dog turde være tilstede — under Myrene ovenfor, og saaledes maaske bringe til Opfyldelse en gammel Spaadom om „at Uglen engang skal blive staaende igjen som en Ø".

Denne Del af Værdalen er i det Hele taget i høi Grad sumpig og vandsyg. Man har Bæk i Bæk paa begge Sider af Elven helt ned til Værdalsøren, især paa nordre Side under de store og dybe Myrer under Lien og Forbregt. Disse

[1] Hos Schønning: Torger Holmoson.

Myrer ligesom Myrene under Hallem, Kolshaug og Øgstad er vistnok nu gjennemgrøftede, et vistnok berettiget og heldigt agronomisk foretagende, men som dog neppe er tilstrækkeligt for at forebygge Jordfald eller Ras. Man erindre sig blot Forholdene ved Hofstad i Størdalen og ved Uglen og Mo i Værdalen, hvor Grunden dybt under den fuldstændig drænerede og opdyrkede Eng er vedblevet at være blød eller flydende. Ved Afgrøftningen af disse Myrer har desuden Bækkerne Syd for Myrene faaet en større eroderende Evne, og det er især Elve og Bække, som er farlige. Ondet er ved Afgrøftningen antagelig ikke her angrebet i sin Rod. De bløde Masser, som vi har seet, dybt og ikke altid umiddelbart under og i Nærheden af disse Myrer, skyldes vistnok for en stor Del *underjordiske Vandaarer*. Hvorfra disse skriver sig derom kan Meningerne være delte. Det kunde synes at ligge nær at tænke paa Lexdalsvandet[1] som den egentlige Kilde. Har man et fyldt utæt Vandkar i anden Etage i en Bygning, vil det uundgaaeligt blive vaadt i første Etage. Men det lader sig paa den anden Side neppe garantere, at man vilde blive kvit disse mange Vandaarer, som ved de senere Boringer blev paaviste, ved at udtappe Lexdalsvandet, om det lod sig gjøre eller ved at sænke det ned saavidt som Forholdene maatte tilstede det. Den Tanke at sænke Lexdalsvandet eller Figsjøen sees forøvrigt af Kanalvæsenets Historie i 50-aarene at have været oppe, dog ikke i den Hensigt, som her antydet, men for efter Anmodning af Opsidderne langs østre Side af Vandet at indvinde dyrkbart Land. Ved Sænkningen af Vandet, om ikke mere end 2 Fod, vilde meget England indvindes. Skulde ved Siden heraf Sænkningen i nogen Grad afhjælpe den vandsyge Tilstand i denne Del af Værdalen, hvilket ialfald maa siges at være i nogen Grad sandsynligt, burde maaske denne Tanke gjenoptages og realiseres[2].

[1] Burde egentlig hede Figsjøen. Deraf Navnet Figga. Lexdalsvandet er det Vand, hvorfra Lundbækken har sit Udløb.

[2] Sammenlign A. G. Nathorst i Ymer 1890:
„Om jordskredet ved Zug den 5te juli 1887 etc." pag. 117. „Vidare. enförer han her, framhølls (af Professor Hum og Ingeniør Moser),

Det bør i Forbindelse hermed maaske ikke lades ubemerket, at det ikke forholder sig ganske saaledes som i Kanalvæsenets Historie anført, „at Søen har ingen større Tilløb, de største er et Par Smaaelve, som kommer østenfra". Lundelven, som løber ud i Lexdalsvandet (Figsjøen), er en ganske betydelig Elv, hvorved der Aaret rundt drives 2 Sagbrug og Kværnbrug. At Tilløbet kan være ganske betydeligt og mere end Figga kan give Afløb for, fremgaar desuden deraf, at Søen under Flom stiger efter Opgivende *„flere Alen"* over den normale Vandstand. Og det maatte da for Tilfældet naturligvis især være under en Flom, at Lexdalsvandet udøvede sin indflydelse eller afgav Vand for de mange underjordiske Bække, som senere omhandles.

Forinden de i 1895 udførte Boringer i Værdalen beskrives, forudskikkes følgende Bemærkning:

For en orienterende Oversigt over de geologiske Forhold er paa medfølgende Kart med forskjellige Farver angivet de optrædende Bergarter og det løse Terræn saaledes som dette træder frem i Overfladen.

Paa begge Sider af Dalføret har man, som man ser, store Partier af Skifer, det er, „glindsende Skifer" („Trondhjems-Skifer") med enkelte mindre Masser af Gabbro, antagelig Saussuritgabbro. Skiferen har overalt et øst—vestligt Strøg med Fald indtil 60° mod Syd. Paa Nordsiden falder den saaledes steilt *indtil*, paa Sydsiden mindre steilt *ud fra* Skredet i 1893. Selve Dalbunden er opfyldt med Nutidens og de efter Istiden følgende Dannelser: med Torvmyrer, Sand, Grus og Ler, dels rent (Blaaler), dels sandblandet („Mo", „Kvikler"). Syd for eller ved den søndre Ende af Lexdalsvandet har man som paa Kartet angivet desuden en mægtig Moræne, rimeligvis en Sidemoræne, med store Flytteblokke (af Granit, Pegmatit, Gneisgranit og Amfibolit), der strækker sig langs Foden

att det på grund af erfarenhed på andra ställen var absolut nödvändigt at afleda alla vattenådrer, såväl de underjordiska som de på ytan befintliga — — —."

af Lyngaasen mod Øst. Af andre Mærker fra den glaciale Tid i den Del af Værdalen, som vedlagte Kart indbefatter, kan nævnes udprægede Friktionsstriber, navnligen ved Skrove og ved Lexdalsvandet. At Værdalen er en glacial Dannelse fremgaar desuden blandt andet af det ved Boringerne konstaterede flade (U-formede) Tverprofil.

Gjennem Tiderne er Søen trængt mere og mere tilbage fra Dalføret ved afsat Sand og Slam: Sagnet beretter saaledes, at der engang var Ankerplads for større Fartøier saa langt op i Dalføret som til Sundby. Søen mellem Sundby og Haga kaldtes Strindfjorden. Sandmælerne paa begge Sider af Elven ved Krogsten og Volen siges dengang at have dannet en sammenhængende Terrasse, og en Indsø med Udløb til Søen at have strakt sig helt op til Grundfossen, saaledes at man kunde ro til Grunden, et Stedsnavn, som skal have sin Oprindelse af, at Søen her var grund. Af en eller anden Aarsag blev saa denne Dæmning eller Terrasse gjennembrudt af Indsøen. Omtrent samtidig hermed siges et Jordskred at have gaaet igjennem det tilstødende trange og dybe Dalføre mellem Kvalstad og Kvello efter Kvalstadbækken, hvorved Kvello og Jøsaas, der tilligemed Stene skulle have ligget paa en sammenhængende Slette med en Indsø i Midten, hvorfra Kvalstadbækken havde sit Udløb, blev adskilte. Og Terrænet bekræfter Rigtigheden heraf, forsaahvidt Skredet angaar, ligesom Fundet af et Skibsanker i Jorden ved Sundby, at her engang har været Ankerplads for større Fartøier. Senere siges der — og det er jo i og for sig noksaa rimeligt – at have været Ankerplads for større Fartøier ved Haugslien, hvor ogsaa et Skibsanker er fundet. Denne Opøring (Deltadannelse), hvorved Søen er trængt mere og mere tilbage, har naturligvis staaet i Forbindelse med eller været en ligefrem Følge af Jordskred og *kan* have foregaaet temmelig hurtig. Men om saadanne Deltadannelser foregaar hurtig eller langsomt er forøvrigt i Almindelighed naturligvis afhængigt af Materialets Beskaffenhed, om det er Sand, Grus eller Lerslam, samt af Strømhastigheden. Hvor forholdsvis hurtig

Sand og Grus kan oplægges kan skjønnes af, at Værdalsbruget for knapt en Menneskealder siden havde sit Sagbrug ved Grundfossen, hvorfra der flødedes Bord og Planker ned til Søen. Gamle Flødere ved endnu at fortælle, at dengang virkede Flod og Ebbe helt op til Haga, saaledes at man derefter maatte indrette sin Flødning, da ved Flod, ialfald ved Springflod, Strømmen gik opover istedenfor nedover. Nu virker Flod og Ebbe ikke høiere op i Elven end til Bjerknæs, og snart vil rimeligvis ogsaa Værdalsøren blive indregistreret blandt Fortidens Ankerpladse, ialfald for større Fartøier. Værdalselven er nemlig fremdeles meget slamførende, nu dog ikke saameget som Følge af Skredet i Værdalen i 1893 som som Følge af de fremdeles foregaaende Udgravninger af Helgaaen i det løse Terræn mellem Hærfossen og Granfossen. Og for at have et Begreb om, hvad der i kort Tid kan bringes ned til og lægges op i Søen udenfor Værdalsøren af Sand og Grus nær ved eller fjernet fra denne, kan anføres, at Helgaaen blot fra Mai til August Maaned i 1894 gravede sig en 13 m. dyb, indtil 70 à 80 m. bred Rende mellem Granfossen og Hærfossen. Naar den endelig bliver færdig med sit Ødelæggelsesværk, vil Værdalsøren rimeligvis være et ganske godt Stykke op i Værdalen. Paa mindre end et halvt Aar har Helgaaen udgravet og ført bort, hvad der maaske har taget Tusinder af Aar at bygge op eller lægge til Rette. Tager man et Stykke af det nedfaldne Ler og betragter det, minder det om Aarsringerne i et Træ. Paa et 2 cm. tykt Stykke kan man tælle og afskive 10 Lag. Et saadant 2 m/m. tykt Lag om Aaret, vilde for 13 m. udkræve en Tid af henimod 7500 Aar. Men hvor disse Lag har været udsatte for Luftens Paavirkning, kan de opskives i andre 10 Lag, og *hvis* disse papirtynde Lag er de egentlige Aarsringe, faar man et Tidsrum af 75000 Aar. Hvad der er bygget op i maaske Tusinder af Aar tager Elven tilbage i mindre end et Aar. Den er Souveræn, den største Magt i Værdalen. Den trodser ofte baade Kanaler og Dæmninger. For et Øieblik kan den synes at ville bøie sig for

og respektere Kunst og Videnskab, men ofte blot for med saameget større brutal Magt at tage fat paa et andet Sted og „fare løs paa sin egen Skabning" (Keilhau). Man har hindret videre Ødelæggelser ovenfor Granfossen ved at lede Elven bort fra den nordre Bred, hvor den havde gravet sig ind og foraarsaget store Udglidninger i Løbet af de sidste 40 Aar. Og strax nedenfor Granfossen har man ogsaa forsøgt, men kun for en Del opnaaet at lede den bort fra den nordre, mindre faste og over til den søndre klippefaste Bred. Men nedenfor Kulslimoen og langs Telnæsset tager den sin Mon igjen. Telnæsset er allerede stærkt medtaget og staar neppe til at redde. Den lille Terrasse ovenfor Kulslimoen vil rimeligvis ogsaa glide ud, naar den faste Lerkant langs Elven er udraset. Under Kulslimoen er det nemlig ved Boringen af Kanalvæsenet Høsten 1894 vist at være meget blødt, noget, som ogsaa tydeligt fremgaar deraf, at der ved Foden af Mælen ovenfor Kulslimo kommer ud en temmelig sterk Vandstrøm. Fra Telnæsset strømmer saa Elven lige paa Terrassen, hvorpaa Volden ligger. Og den kommer rimeligvis til mere og mere at arbeide sig ind her for tilslut maaske at følge Fjeldsiden. Længere nede, ligeoverfor Bynen, har Elven, her „Værdalselven", nu arbeidet sig langt ind i den søndre Bred, som her er 13 à 14 m. høi og ganske steil, og der er ikke mange Meter tilbage førend den er ved Foden af Rødterrassen, der ved Boringer har vist sig at være saa blød, at den rimeligvis vil glide ud, saasnart den faste Fod er borte. For om muligt at forhindre eller forhale en Katastrofe burde maaske den fremstikkende Fjeldpynt nedenfor Rynen bortmineres, hvorved Elven vilde ledes mere bort fra Overholmssletten.

Jeg kommer tilbage til Værdalen for at tilføie en Bemærkning om Terrænforholdene før Skredet i 1897.

Follobækken, denne nu saa sørgelig berømte Bæk, havde efter hvad lokalkjendte Folk oplyser, gjennem Tiderne gravet sig dybere og dybere. For 40 Aar siden var der Kjørevei fra Mo over Follobækken — uden nogen Bro — til Krogsmoen og videre til Eklo, men efterhaanden blev Bred-

derne saa steile, at Veien maatte sløifes, hvortil ogsaa et Jordskred langs Bækken bidrog. Ti Aar senere eller for 30 Aar siden blev Kløften mellem ovennævnte Eiendomme end yderligere udvidet ved et større Jordskred gjennem Krogsdalen — saaledes kaldtes Follobækkens Dalføre udfor Krog, fordi der til Krog hørte Eiendomme paa begge Sider af Dalen, ligesom af samme Grund den samme Dal ovenfor kaldtes Follodalen og nedenfor Modalen — og helt ned til og over Elven, som afdæmmedes. Saa godt erindres endnu denne Begivenhed, at den Tid, hvori Elven nedenfor Skredet var opdæmmet (tør), kan angives til 3/4 Time, og Skredet siges at have været saa voldsomt, at der blev kastet Lax langt op paa Land paa den anden Side af Elven. Før Skredet i 1893 var Bredderne langs Follobækken i Krogsdalen paa enkelte Steder saa høie og steile, at man ikke kunde komme over dem, og Dalføret her tildels saa blødt, at det var utilgjængeligt baade for Folk og Fæ. Manden paa Krog, som kom fra Skredet i 1893 med Livet, havde kort før dette været opmærksom paa, at der nu og da faldt lidt ud fra Bækkebredderne i Krogsdalen, men uden at tænke over Grunden dertil. Efterpaa skjønte han naturligvis, at der ved disse Udglidninger var givet et Vink om, hvad der kunde ske og senere skeede. Havde disse som det synes meget tydelige og flere Gange gjentagne Vink været forstaaede og Undersøgelser af Terrænet ved Jordboringer i Tide været anstillede, vilde rimeligvis mange Menneskeliv været sparede. Trods alle disse tidligere Ras og Udglidninger langs Follobækken, og det sidste store Skred langs denne, finder man mærkelig nok endnu i Beretninger om Skredet i 1893 (Det norske geografiske Selskabs Aarbog IV 1892—93 pag. 110) anført: „Den første, som fik Skylden, var Follobækken, men er senere blit *ialfald delvis fritagen*". Det er imidlertid udenfor al Tvil, at Follobækken har indledet eller har været den umiddelbare Aarsag til Katastrofen i 1893, hvorom den havde varslet ved mindre Skred for 30 og 40 Aar siden og ved mindre Udglidninger kort før, — den umiddelbare Aarsag, thi den egent-

lige Aarsag var selvfølgelig Jordbundens, det løse Terræns Beskaffenhed. Dette bør fastholdes som et sikkert Udgangspunkt for Bedømmelsen af Terrænet med Tanken paa mulige Udglidninger andre Steder i Værdalen og i andre af vore med glacialt Grus og Ler opfyldte Dalfører[1].

Jordboringerne i 1895

begyndte 12te Juli og afsluttedes i November Maaned. Med det mortenske Apparat blev der i 1895 nedboret 2396, 43 m. Lægges hertil de i 1894 nedborede 405,50 m., er der altsaa i det Hele med dette Apparat i Værdalen nedboret 2801,93 m. Paa medfølgende Plankart er de Profillinjer angivne, hvorefter der er boret, og paa medfølgende Profiler de efter disse borede Huller afsatte og farvelagte. Her som paa Plankartet angiver Brunt: Myr, Gult med Prikker og smaa Cirkler: Elvegrus og Morænegrus, Gult uden Prikker: Sand, rent og lerblandet, lys Blaat: blød Lere („Kviklere") og mørkere Blaat: fastere Lere, rent (Blaalere) og sandblandet („Mo"). Borhullerne i 1894 er paa Plankartet og Profilerne angivne med almindelige tal med Index $\frac{94}{}$ og Borhullerne i 1895 med romerske Tal. Foruden de paa Profilerne angivne Huller er der desuden, som paa Plankartet angivet, boret ved ***Rognhaug***, ***Landfald***, ***Eklo*** og ***Reppe***. De udførte Borhuller kan ordnes i to Grupper, en Gruppe af mere systematisk gjennemførte, en anden af mere spredte, nærmest efter Befolkningens (vedkommende Opsidderes) eget Ønske udførte Borhuller. Til de sidste hører Borhullerne ved Rognhaug, Landfald, Eklo og Reppe.

Efter den mig af Hr. Statsraad Holst, under hvis Tilsyn[2] sidstnævnte Boringer udførtes, da jeg ved et andet offentligt

[1] Det kan her anmærkningsvis anføres, at foruden de, i Cand. *Bjørlykkes* interessante Afhandling om Skredet i Værdalen nævnte Fossiler fandt jeg desuden følgende af Hr. Prof. *Ossian Sars* velvilligen bestemte Fossiler i Skredet sc: *Leda pernula*, *Buccinum undatum*, *Ostrea edulis* og *Pecten opercularis*, der alle efter Prof. Sarses Opgivende er nulevende Arter, tilhører Muslingleret.

[2] For dette Tilsyn er jeg Hr. Statsraad Holst personlig taknemmelig, da han kun forlangte sine Reiseudgifter refunderede. Det bemærkes, at Holst den Gang som Oberstløitnant assisterede Kanaldirektøren.

Hverv var forhindret fra at være tilstede, oversendte, af Formanden for Boringen, Sergeant Flyum, forfattede Beskrivelse, indtages her følgende:

Borhul No. XXXXI ved Rognhaug.

1.15	m.	Myrjord,
3.50	-	blød, lerblandet Sand,
23.98	-	noget blødt Ler, 1 Mand kunde trykke Boret ned 0.50 m. ad Gangen.
9.33	-	fast, sandblandet Ler.
13.35	-	noget grov Sand.
Tils. 51.31	m.	Videre kom man ikke. *Fjeldet antoges naaet.*

Borhul No. XXXXII.

0.50	m.	Muljord.
18.22	-	fast sandholdigt Ler med ca. 20 cm. blødere Lag imellem.
14.69	-	haard lerholdig Sand.
Tils. 33.41	m.	Videre kom man ikke. I dette Dyb satte Boret sig saa fast, at der arbeidedes en hel Dag med Donkraft, førend man fik det op igjen.

Borhul No. XXYXIII.

0.50	m.	Lerjord.
1.00	-	Myr.
10.00	-	noget blødt, sandholdigt Ler.
3.00	-	grov Grus.
12.68	-	fast, lerholdig fin Sand.
17.65	-	blødt, sandholdigt Ler; *1 Mand kunde med Lethed trykke boret ned 1 m. ad Gangen.*

Holst var ogsaa Medlem af den i Anledning af Skredet nedsatte kongelige Kommissjon, der foruden ham som Formand bestod af Sekretær *Tveter*, Bankadministrator *Holmesland*, Sekretær *Tandberg* og Amtmand *Grundt*. Det tør være sjelden at høre en saa enstemmig Ros over Udførelsen af et offentligt Hverv som den, man hørte i Værdalen om den Maade, hvorpaa denne Kommissjon havde udført sit vistnok vanskelige Hverv.

13.98 m. fast, sandholdigt Ler.
8.43 - fast, næsten fin Sand.
16.34 - haard, lerholdig, fin Sand.
4.23 - grov Sand, som man ikke opnaaede at trænge igjennem.

Tils. 87.92 m.

Borhul No. XXXXIV.

5.65 m. fast Ler.
23.57 - Ler *saa blødt, at en Mand med Lethed kunde trykke Boret ned 1 m. ad Gangen.*
8.76 - fast, sandholdigt Ler.
15.28 - næsten stenhaardt, sandblandet Ler.

Tils. 53.26 m. Videre kom man ikke og det er usikkert om fast Fjeld naaedes.

Af disse Resultater er egentlig blot *det sidste* af nogen Betydning og værd at lægge mærke til, fordi der ved Styggedalsbækken antagelig netop er de samme eller lignende Betingelser tilstede for en Udglidning, som der engang var ved Leraaen og Follobækken, om end i en noget mindre Skala. *Denne Bæks videre Udgravning kan antagelig forhindres og bør vistnok søges forhindret paa en fuldt betryggende Maade*, saaledes som allerede antydet Pag. 19.

Til denne Gruppe af Borhuller hører ogsaa: No. XXXX, sydvest for Borhullet ved Faaren i 1894.

Her fandtes:

1.00 m. Myr.
12.46 - nogenlunde fast Blaaler.
17.15 - *aldeles blødt Ler, saa Boret sank alene ved sin egen Vægt.*
20.70 - fast sandholdigt Ler med tynde, haardere Lag imellem.
3.31 - næsten stenhaardt, lerholdigt Sand.

54.62 m. fra Overfladen naaedes *fast Fjeld.*

Af Beretningen om Boringerne i 1894 vil det erindres, at man i Borhullet ved Faaren, 9 m. fra Overfladen, trykkede Boret ned 9 à 10 m. i *ganske blødt Ler*. Der er altsaa fremdeles bløde Masser langs østre Side af Skredet i 1893 og ganske nær Skredkanten; Borhullet No. XXXX ligger blot 34 m. fra den *nuværende* Skredkant, hvilken ikke angives paa medfølgende Kart. Men nogen Fare for Udglidning udad mod Skredet er antagelig heller ikke her tilstede; thi for det første ligger disse bløde Masser dybere end Skredbunden, og dernæst falder Grunden og Underlaget mod Syd ikke udad mod Skredet. Imidlertid vilde det vistnok være heldigt og betryggende, som anført Pag. 21, om *Jernstadbækken*, som siden Skredet i 1893 har gravet sig en 8 m. dyb Rende i Skredbunden med steile Bredder, hvorfra store Masser nu og da styrter ned, som med andre Ord aarlig o: under Høst- og Vaarflommen — nu var den tør — udvider sit Leie, om den blev ledet bort fra Skred bunden, noget, som nu meddeltes mig at være under Overveielse.

Det er allerede anført, at der ved Boringen i 1894 inde i Gaardsrummet paa Uglen, 34 m. under Overfladen, blev paavist en 23 m. dyb, fuldstændig flydende Lersuppe.

Mellem Faaren og Uglen, altsaa i selve Skredbunden, som nu var tilgjængelig saagodtsom overalt, blev der i 1895 boret 4 dybe Huller, paa Kartet angivne med III, IV, V og VI. Jeg beskriver Hullerne i den Orden, hvori de blev udførte.

Borhul No. III. Først gik man igjennem

10.65	m.	temmelig fast Blaaler, dernæst
45.57	-	sandholdigt Ler, saa
0.50	-	Sand eller fint Grus med en Mængde smaa Skjæl; det var saa haardt, at det føltes for Boret som fast Fjeld.
31.60	-	Ler, Kvikler maaske, med enkelte 15—20 cm. tykke, meget haarde almindelige Sandlag.

Tils. 88.32 m. hvormed dog ikke fast Fjeld naaedes.

I Sand kommer man ingen Vei uden Foringsrør, som det imidlertid har sine store Vanskeligheder at faa ned til et saa

stort Dyb. *I et Dyb af 45.70 m. fra Overfladen paatraf man en Vandaare, som steg op i Rørene til 10 m. over Overfladen, og som rimeligvis vilde have steget endnu høiere om man kunde have tilsat flere Rør.*

Borhul No. IV. Her naaedes *fast Fjeld* i et Dyb af 67.77 m. Man gjennemgik først:

1.50	m.	fast, rent Blaaler, saa:
5.38	-	Grus, almindelig Veigrus, og
6.00	-	fast Blaaler uden synderlig Indblanding af Sand. Derefter:
30.35	-	blødt, almindeligt Blaaler; *Boret kunde trykkes ned af 1 Mand,* og under det:
24.54	-	fast, almindelig Ler med enkelte 15—20 cm. meget haarde Sandlag.
67.77	m.	

Borhul No. V. Her naaedes *fast Fjeld* i et Dyb af blot *49.31 m.* Man gik igjennem:

34.39	m.	fast Blaaler, saa:
0.70	-	fin Sand, derefter:
14,04	-	haardt fast Ler med enkelte tynde, meget haarde Sandlag, og tilslut:
0.16	-	lidt grovere, *næsten ren Sand umiddelbart paa Fjeldgrunden.*

Borhul No. VI. Her var det *94.61 m.* ned til det *faste Fjeld.* Ovenfra og nedad var Lagfølgen følgende:

10.38	m.	blødt Blaaler, seigt, typisk sandfrit Blaaler,
37.37	-	Kviksand eller Kvikler o: et stærkt sandblandet Ler eller en lerblandet fin Sand med enkelte 0.40 cm. tykke, faste Lag af rent Ler.
17.26	-	almindelig fast Blaaler
9.32	-	blødt Blaaler. Endelig
20.28	-	Kvikler med 16 à 25 cm, tykke og haarde Lag af Kviksand.

Dette var Borhullerne tvers over Skredbunden.

At man ikke endnu borede et eller flere Huller nærmere Faaren havde sin Grund i Mangel paa Adgang til Vand.

Vi kommer til Borhullerne efter en Profillinje *langs efter* Skredbunden og langs østre Kant af den gjenstaaende Mo-Uglen-Terrasse.

Det øverste:

Borhul No. VII gik igjennem:

10.58 m. blødt Blaaler, dog saa fast, at der maatte bores; saa:
14.75 - fast Ler (graat, sandholdigt Ler). Derefter:
22.28 - *blødt Kvikler, saa Boret sank saagodtsom ved sin egen Vægt.* Endelig
11.39 - fast Ler, graat, sandblandet med enkelte 20 cm. tykke ganske haarde Lag. Ovenpaa *Fjeldbunden*, som naaedes *i et Dyb af 59.00 m., forekom et tyndt Sandlag.*

Borhul No. VIII. Naaede fast Fjeld i et Dyb af 96.53 m. Det gik igjennem temmelig ensartet Ler. Der noteredes først:

20.56 m. fast Ler med enkelte tynde, haarde Sandlag, saa:
35.41 - fast rent Blaaler, og endelig:
40.56 - fast Ler med enkelte 50 cm. tykke, haarde Sandlag *nærmest Fjeldet.* Med den Vægt, som Borrørene i en samlet Længde af 96 m. har, er det ikke til at tage Feil af, om man har fast Fjeld eller ei, hvor ikke Jordbunden er opfyldt med meget store Flytteblokke.

Borhul No. IX, 900 m. Syd for No. VIII gik igjennem:

1.00 m. blødt Ler, saa:
9.88 - Grus (Elvegrus)
8.66 - fast Ler (Blaaler)
15.78 - *blødt Ler*, dog ikke blødere, end at der maatte bores.

13.18 m. afvekslende Kviksand og Kvikler, noget blød, og
16.75 - ren Sand.

65.25 m. tilsammen. Videre kom man ikke.

Sandet var mærkelig ensartet og viste under Luppen gjennemsigtige Kvartskorn med en Mængde smaa tombakfarvede Glimmerblade.

Borhul No. X, 906 m. syd for No. IX. Først borede man igjennem et Lag af:

9.18 m. aldeles blødt Ler (nærmest Blaaler), derefter i
3.50 - grovt Grus, saa i
35.38 - fast, rent o: sandfrit Blaaler, og endelig i
13.02 - Sand. Her, i et Dyb af 61.08 m., maatte man stanse af samme Grund som ved Borhul No. IX. Sandet blev saa grovt, at Vandet ikke gik op langs Borrørene, men ud til Siderne.

Disse 4 Borhuller er anbragte langs en Bæk, som begynder ved eller nord for No. VII fra Grøfterne gjennem den tilstødende Myr og som løber langs Mo-Uglen Terrassen. Det Vand, som ved Grøfterne ledes ud i Skredbunden, fandtes den 27de Juli at udgjøre 0.105 Liter pr. Sek. (10 Liter i 95 Sekunder). Ret ud for Pladsen Momoen førte den samme Bæk 10 Liter i 3 Sekunder og 1000 m. længere Syd, 10 Liter i 1.5 Sekund. Grunden til denne øgede Vandmængde er, at der kommer Vandbække til fra Mo-Uglen-Terrassen, som ved Skredet saaledes *mere og mere dræneres*, noget, som maa bidrage til at afværge yderligere Udglidninger fra denne Terrasse.

Disse Bækkeleier fra Terrassen viser, at der, straks efter Skredet, maa have gaaet stærkere Vandstrømme end nu ud fra Terrassen. Af de udførte Boringer langs Skredet er navnligen No. VII af Interesse, fordi det viser et *22 m. dybt*, rimeligvis saagodtsom flydende Kvikler *under et 14 á 15 m. tykt Lag af fast Ler, hvorigjennem det ikke kan have indsuget sin Fugtighed*, og som derfor rimeligvis maa skrive sig fra *Vandtil-*

gange i Jorden eller under Overfladen. Ved Borhul No. III er en saadan Vandaare paavist. Vi skal senere se, at der er flere nedenfor Lexdalsvandet.

Det samme Borhul (No. VII) er ogsaa ret interessant, fordi det, sammenholdt med No. VI og VIII, viser, at flydende Kviklere *kan være skarpt begrænset* af, næsten *kjedelformet ansamlet i fast Ler.*

Boringerne efter Tverprofilet Uglen—Mo—Haga blev i 1895 suppleret med 4 Borhuller. No. I naaede Fjeld gjennem Jord, Sand og Grus kun 13.79 m. fra Overfladen, medens No. II, 250 m. Syd for No. I og nogle Meter ind fra nordre Kant af Øgstad — ogsaa kaldet Præstegaardsmyren — først naaede *Fjeldgrunden* i et Dyb af 46.99 m. efter at have gjennemgaaet:

5.20 m. Myr
15.36 - blødt Ler, 1 Mand kunde trykke Boret ned med 1 Haand.
26.18 - *aldeles blød eller nærmest flydende Kviksand eller Kvikler. Boret sank ved sin egen Vægt;* og
0.25 - Grus.

I Borhul No. 4 $\frac{24}{}$ ved den søndre Kant af Myren var der som allerede anført:

1.00 m. Myr, og
2.20 - fin Sand over en
46.62 - *dyb, flydende Lermasse med et Underlag af*
3.00 - Grus paa Fjeldgrunden.

52.82 m.

I Borhul No. XII, 220 m. Syd for det i 1894 nedborede Hul paa Mosletten, var Lagfølgen ovenfra og ned

10.88 m. Grus, temmelig grovt.
34.88 - fin, haard Sand, der var vanskelig at trænge igjennem. Et Sted medtog det $2^3/_4$ Time for at nedbore 4 m.
22.85 - *blødt, sandholdigt Ler, saa blødt, at Boret*

med 1 Mand, naar han anvendte al sin Kraft, kunde trykkes ned, tilslut:

28.48 m. meget fast sandholdigt Ler eller maaske rettere Lerholdig Sand. Der blev taget Prøver for hver 10de Meter.

97.07. m., *det største opnaaede Dyb fra Overfladen, fast Fjeld.*

Dette Borhul ligger 38.72 m. høiere end Foden af Terrassen (Bakken) ude i Skredbunden. Saaledes som Terrænet nu er, er altsaa det ovenfor angivne bløde Parti, der begynder 45.76 m. fra Overfladen, temmelig nøiagtig 7 m. dybere end den nuværende Fod af Terrassen. Engang eller før Skredet i 1893 dannede denne Terrasse her Dalsiden mod Vest i Krogsdalen, hvor Skredet skal have begyndt. Men den nuværende Follobæk vil efterhaanden atter danne en Dal i det løse Terræn (cfr. Borhullerne No. VIII og X) ud mod Elven, forsaavidt Niveauet af denne tillader det, noget som vel vanskeligt kan forebygges. *Hvad der imidlertid kunde og burde gjøres, var at rette paa det Løb, Follobækken nu har saaledes at Sænkningen af samme, den nye Dal, kom længer bort fra Moterrassen.*

Borhul No. XI ved Haga (søndre) bekræftede, hvad man iagttog ved Boringen her i 1894, at Partiet omkring Hagagaardene danner en noksaa fast Fod for Moterrassen mod Syd. I 1894 naaede man ikke ned til Fjeldet, hvilket man derimod naaede ved Borhul No. XI, *73.77 m.* fra Overfladen. Da Borhullet ved Haga i 1894 (No. 5 $\frac{94}{}$) ikke naaede Fjeldgrunden i et Dyb af *89.00 m.*, falder altsaa denne indad mod Moterrassen, noget som end yderligere betrygger mod en Udglidning mod Elven. Og enhver saadan Iagttagelse er en Vinding, et praktisk Resultat af Boringen af ikke saa ganske ringe Betydning: Før Boringen viste Opsidderne ikke, om de kunde slaa sig til Ro her eller ei.

Om de enkelte gjennemborede Lag i Borhul No. XI vil det være tilstrækkelig at henvise til Profilet.

Hvad der fremdeles i nogen Grad ængstede Opsidderne paa Haga, var Elven (Værdalselven), som med rivende Fart strømmede lige forbi Haga (søndre), men vil forhaabentlig den paabegyndte Stensætning (Jettè), naar den bliver fuldført, blive nogenlunde betryggende.

Ved det næstfølgende Profil mod Vest, over *Øgstad*, kan det være tilstrækkeligt at gjøre opmærksom paa, at der heller ikke ved denne Eiendom er den mindste Grund til Frygt for nogen Udglidning, hverken til den ene eller anden Kant. Den ligger, som Profilet viser, paa fast Lerbund, kun 11.70 m. over Fjeldgrunden. I Borhul No. XIII naaede man ikke Fjeldgrunden paa Grund af Vandmangel.

Boringerne efter Profilet: Hægstad, Fagerhøi, Kolshaug, hører ogsaa til de mere interessante og praktisk nyttige, forsaavidt de viser, at ogsaa Hægstad og Fagerhøi har fuldstændig fast Grund under sig. Beboeren paa Fagerhøi, Hr. Anziöen, som en hel Vinter boede i Trondhjem af Frygt for Grunden, og Opsidderen paa Hægstad, Aneus Hægstad som af samme Grund efter Skredet forsøgte at faa solgt sin Gaard, var naturligvis meget interesserede i disse Boringer. Jeg finder Grund til at fremhæve disse ved Boringerne vundne praktiske Resultater, da der har været spurgt om eller draget i Tvivl Nytten af de foretagne Boringer. I Borhullet XX strax ved Siden af eller 60 à 70 m. sydligere naaede man, som Profilet viser, ned til et Dyb af 84.36 m. gjennem Grus og Sand uden at naa fast Fjeld. Og forøvrigt hører det til det ret interessante Resultater, at man ved Borhullet No. XVII, hvori man først gik igjennem

0.80 m. Myr, saa:
10.08 - temmelig blødt Blaaler og tilslut:
26.18 - lerblandet fin Sand, saa blød, *at Boret omtrent sank ved sin egen Vægt* —

mellem 10 og 11 m. fra Overfladen eller strax under Lerlaget aabnede en Vandaare, som gav, og rimeligvis endnu giver,

14 Liter Vand i 24 Sek. Vandaaren førte med sig en Mængde fin Sand. Borhullet ligger som man ser ret Syd for Lexdalsvandet.

Borhul No. XX er allerede omtalt, ligesaa No. XXXX til No. XXXXIV (Pag 33 og 34).

Efter Resultatet af Boringen ved øvre Stiklestad i 1894, hvor der var saa blødt, at Boret som allerede anført fra 25 m. fra Overfladen og ned til 42.50 m. sank ved sin egen Vægt, var det af adskillig Interesse at faa undersøgt Grunden langs Stiklestadbækken. Der er imidlertid langs denne kun udført en Boring, BorhulNo. XXI, som viste, 3.30 m. fra Overfladen:

21.67 m. *noget blødt Blaaler, dog ikke blødere end at 2 Mand havde nok med at trykke Boret ned 0.50 m. ad Gangen.* Forøvrigt fast Ler, Sand og Grus.

At slutte heraf synes der for Tiden ingen Fare at være for en Udglidning ved øvre Stiklestad, hvis Stiklestadbækken ikke graver sig meget dybere, noget, som bør søges forhindret. Ogsaa af Hensyn til Partiet Nord for denne Bæk er der Grund til at være opmærksom paa den.

I Borhul No. XXII — se Plan- og Profilkartet — var der under en 2 m. tyk Myr *i 18.52 m. en saa blød Lermasse, at Boret sank ved sin egen Vægt,* og forøvrigt *aldeles blødt, sandholdigt Ler lige ned til Fjeldgrunden, 30.53 m. fra Overfladen,* altsaa en opblødt Masse, 28 m. dyb.

I No. XXIII kom man, som man kunde vente, ikke synderlig dybt, førend man mødte et uigjennemtrængeligt, grovt Morænegrus. Boret naaede kun til en Dybde af 12.25 m. Det samme var Tilfældet med No. XXIV, som kun naaede et Dyb af 11.25 m. Men ikke meget sydligere i No. XXV naaede man gjennem Myr, grovt Grus, blødt og haardt, sandblandet Ler samt fin Sand, Fjeldgrunden i et Dyb af 21.31 m. Hvis Fjeldet herfra stiger opad mod Lexdalsvandet, hvilket turde være sandsynligt, er dette Vand ikke, som man efter Undersøgelserne i 1894 kunde være tilbøielig til at antage, afstængt ved en Moræne, men denne ligger høiere end Vandet.

Sydvest for No. XXV, i No. XXVI var der:

0.50 m. grovt Grus (paa Plankartet er Forbrigtmyren angivet noget for langt mod Nord)
12.68 - *blødt Blaaler, Boret sank ved sin egen Vægt.*
4.00 - lerblandet Sand, og
8.78 - næsten ren grov Sand paa Fjeldet, som naaedes i et Dyb af 25.46 m.

No. XXVII, som bragtes ned til et Dyb af 77.73 m er forsaavidt af Interesse, som det *ikke* tyder paa, hvad man har udtalt Frygt for, at Grunden omkring Stiklestad Kirke skulde være betænkelig blød. I dette Borhul fandtes kun i 7 à 8 m. noget blødt Ler — 2 Mand kunde vanskelig trykke Boret ned et lidet Stykke ad Gangen — 12 à 13 m. *under* et *fast* Sand- og Lerlag, og som hvilede paa fast Ler og grov Sand, hvilken sidste medførte, at man ikke kom dybere.

Ved No. XXVIII og No. XXIX aabnedes atter *Vandaarer*, som den 18de September gav henholdsvis *0.8 og 1 Liter pr. Sekund*, fra et Dyb henholdsvis af 25 og 15 m. *De rinder fremdeles som den Dag, de aabnedes, anfører Formanden under 16de November.* At disse mange Vandaarer i denne Del af Værdalen, *ikke periodiske, men stadigt rindende*, staar i Forbindelse med og fornemmelig skriver sig fra *Lexdalsvandet*, er antagelig høist sandsynligt. Det er som Følge heraf rimeligvis, at man i Borhullerne No. XXX og No. XXXI Syd for No. XXIX fandt det meget blødt, i det første 34 m., i det andet 29 m. blødt Blaaler, saaledes at *Boret sank ved sin egen Vægt.* Det samme var Tilfælde i Borhul No. XXXVII, ret udfor No. XXVIII, hvor Boringen viste 37.78 m. *aldeles blødt Blaaler.* Terrænet er dog for lavt til, at nogen større Udglidning skulde kunne befrygtes her, mod hvilken de fastere Sandbanker længere Syd desuden antagelig betrygger (cfr. No. XXXVIII og No. XXXIX paa Profilerne). Og uden nogen Udglidning til en eller anden Kant, vil maaske ikke Overfladen synke. Over de bløde Masser ved No. XXXI er der imidlertid kun 0.65 m. Grus og ved No. XXXVII kun 0.50 m. Myrjord, *saa Grunden her unegtelig er*

mindre tryg at fæste Bo paa. Her synes et Drænæringsarbeide i høi Grad paakrævet.

Det staar endnu tilbage at nævne Borhul No. XXXV og XXXVI Vest for Ytse Elv. I det førstnævnte Borhul, hvor man mødte fast Fjeld blot 10.68 m. fra Overfladen, var Grunden noksaa fast, men i det andet Hul, 10 m. Syd for Ladebygningen paa Nordberghaugen, fandt man først:

4.00 m. Grus og haardt Ler om hinanden, saa
1.00 - grov Sand ovenpaa:
28.93 - saa blød Ler, *at Boret sank ved sin egen Vægt.* Efterpaa fulgte:
8.80 - stærkt sandblandet fast Ler og
2.24 - grov Sand paa fast Fjeld, 44.97 m. fra Overfladen.

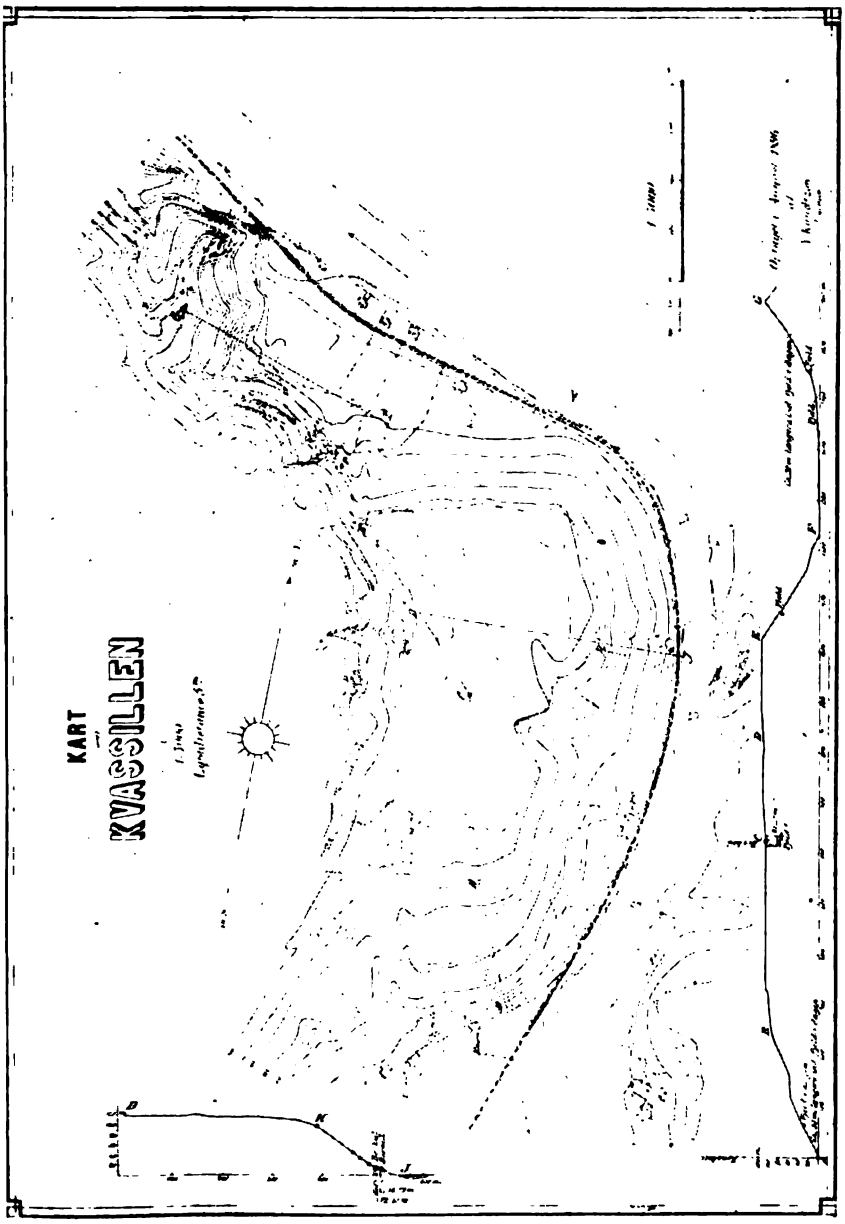
Her kan saaledes fremdeles befrygtes Udglidninger — *hvis man ikke hindrer Ytse-Elven i at udvide sit Leie opimod de bløde Masser* — om end som Følge af Terrænet af mindre Betydning.

Guldalen.

Ligesom i Størdalen og Værdalen havde man ogsaa i Guldalen et Udgangspunkt, der saa at sige frembød sig selv for Undersøgelserne ved Jordboringer, dog ikke som i de førstnævnte Dalfører paa Grund af større Udglidninger eller Jordfald af ganske ny Datum, men af en lignende Begivenhed langt tilbage i Tiden, en Begivenhed, som navnligen naturligvis ved den store Ulykke i Værdalen 1893, nu blev opfrisket i Erindringen og paany overveiet. Og for dem, som har fulgt lidt med i, hvad der i de senere Aar er sagt og skrevet om Skred og Jordfald her i Landet, navnligen af vor produktive og ypperlige Forfatter *Amund Helland* vil det være let forstaaeligt, at dette Udgangspunkt maatte være den saakaldte *Kvashylla* eller som den ogsaa skrives *Kvassilla* i Støren.

At Kvashylla først og fremst burde undersøges, dertil bidrog nu forøvrigt ogsaa en mindre Udglidning herfra kort før Undersøgelserne, saameget mere, som denne gik over Jernbanelegemet — strax sydfor Hagabro — og om den havde indtruffet, idet Toget passerede, vilde havt meget alvorligere Følger. Var nemlig Kvashylla, som man hidtil havde antaget en almindelig Terrasse, bygget op som her til en Høide af over 170 m. o. H. af Ler og Sand, kunde man maaske befrygte en Udglidning af den hele Terrasse, en Gjentagelse af den forfærdelige Begivenhed i Guldalen i det 14de Aarhundrede. Thi en Udglidning af Terrassen netop her maatte nødvendigvis medføre en fuldstændig Afspærring af det trange, paa Østsiden ved en steil Fjeldæg begrænsede Løb, som Gula her har, med Følger maaske endnu værre end ved Afspærringen af Elven i 1345. Og at denne Afspærring eller Opdæmning af Gula i det fjortende Aarhundrede, hvorom de islandske Annaler fortæller, Schønning, Kraft og flere, senest udførlig og interessant, *Prof. Amund Helland* har nedskrevet Beretninger, skyldtes Udglidninger fra „Kvashylla", som den Gang strakte sig længere mod Nord langs vestre Side af Gula, derom var Befolkningen i de nærmest tilgrænsende Distrikter i Henhold til Traditionen ikke det mindste i Tvivl. Blandt *denne Del* af Guldalens Befolkning er *ikke* som *Øverland* i sin Norges-Historie Pag. 440 o. flg. meddeler, „da Hagavatnet gik ud", „det Mundheld hvormed Guldalen drager sig Elvebruddet til Minde", men *„den Gang Kvashylla gik ud"*. Efter hvad *Øverland* i en privat Skrivelse til *Dr. Reusch*, hvilken har været mig oversendt til Gjennemsyn, yderligere har meddelt, er der ingen Tvivl om, at *Øverland* har haft god Hjemmel i Traditionen blandt befolkningen længere nede i Dalen for, hvad han meddeler. Imidlertid var det ikke blot én, men flere ældre Mænd i Støren, som udtalte, at de aldrig havde hørt om eller seet fremsat dette „Mundheld" om „Hagavatnet" førend hos Øverland, — at det var dem aldeles fremmed. — Og Befolkningen i Guldalen tror ogsaa bestemt nærmere at kunne angive saavel hvor Skredet i 1345 fandt Sted som Aarsagen

dertil. Det var Nord for, hvad man nu kalder Kvashylla, der hvor *Krogstadsand* nu ligger, at Udglidningen fandt Sted, og den nærmeste Aarsag til Udglidningen, at en Bæk, som oprindelig havde gaaet over Terrassen, blev „borte", gik ned i eller blev optaget af denne. Efter at den havde været „borte i 3 Aar" gled den hele Masse ud. Hvad Aarsagen til Udglidningen angaar, om oprindelig en Bæk eller ei, lader jeg staa ved sit Værd; men forøvrigt synes medfølgende Kart at bekræfte Rigtigheden af Sagnet. Den Aabning, som Kartet angiver mellem den nordre steile Skraaning af hvad man nu forstaar med Kvasilla, og den i samme Niveau liggende næstfølgende Terrasse mod Nord, af hvilken der forøvrigt nu kun er en skarp Ryg tilbage, har uden Tvivl engang været fyldt med Sand og Ler. Og at Udglidningen er bleven saa skarp begrænset, finder sin naturlige Forklaring deri, at der var fast Fjeld paa begge Sider. Mod Nord er dette synligt, og let iagttagbart fra Bunden og høit op paa Siden af Skraaningen, mod Syd mindre synbart, men dog iagttagbart paa et Par Steder nær Begrænsningen af Fordybningen mod Vest, hvor Fjeldvæggen staar nøgen og steil efter Gulaskiferens Fald i denne Del af Dalføret. Det er muligt eller sandsynligt, at denne Aabning oprindelig har været noget mindre, end den nu er, da der senere, ikke længere tilbage i Tiden end at det erindres, har gaaet mindre Skred fra begge Sider. Men med den Nøiagtighed, som det her kan være af Interesse at opnaa, vil man ganske vist af Kartet kunne beregne Volumet af den udgledne Masse. Denne kan neppe have været nogen bred men derimod en forholdsvis høi Dæmning for Elven, hvorved det bliver forklarligt, at den, saaledes som det berettes, saa snart gav efter for Trykket af det opdæmmede Vand. At der *samtidig* med denne Udglidning fra Kvashylla skulde have foregaaet Udglidninger længer nede i Dalen, der ogsaa bidrog til Opdæmningen af Elven, er lidet sandsynligt, og herom ved ialfald Befolkningen intet at fortælle, ligesaalidt som om hvor det saakaldte „Hagavatn" laa. Derom kan der og derom har der derfor ogsaa været opstillet forskjellige Formodninger,


KART
KVASSILLEN

som i for sig kan være interessante, men som jeg her ikke skal gaa nærmere ind paa, da de ligger temmelig fjernt fra min Opgave. (cfr. Dr. Reusch, „Naturen")[1].

Frygten for en Gjentagelse af Begivenheden i 1345 ved nye Udglidninger fra Kvashylla synes at være meget gammel, at have holdt sig oppe lige siden hin Begivenhed fandt Sted, ligesom ogsaa, at den egentlige Aarsag til Ulykken var en Bæk, der som ovenfor anført efter Traditionen blev „borte" før Ulykken skede. Hertil, jeg mener til Frygten for en Gjentagelse af Katastrofen i det fjortende Aarhundrede, bidrog naturligvis, at Forholdene paa den nuværende Kvashylla kunde antages at være nogenlunde de samme som der, hvor Udglidningen fandt Sted: ogsaa her kommer ind en Bæk, som bliver borte, men som kommer igjen ved Foden af Kvashylla. Man hører Tale om og ser ogsaa tydelige Mærker efter Foranstaltninger langt tilbage i Tiden for at lede denne Bæk *over* Kvashylla naturligvis af Frygt for, at den ved vedblivende at gaa ned i denne kunde afstedkomme en Ulykke. Og nu da det sidste, ovenfornævnte Skred fandt Sted, opstod ganske naturlig atter Spørgsmaalet om denne Bæk oppe paa Kvashylla med de mulige skjæbnesvangre Følger af, at den gik ned i denne. Var maaske denne Bæk den egentlige Aarsag til den Udglidning, som nylig havde fundet Sted? Hvis det var Tilfældet, maatte der træffes Forføininger til endelig engang at faa den bortledet, det koste hvad det vilde. Det var paa Spørgsmaalet herom Jordboringerne skulde give et Svar. At faa Kvashylla undersøgt ved

[1] Jeg skal dog bemærke, at der er sandsynligt, at det har været et større Vand ved *Haga*. Terrænet tyder hen paa det, hvorhos man ved at forudsætte et Hagavand finder den rimeligste Forklaring paa, at man nede i Dalen, hvor man maa have kjendt Hagavandet, men da Begivenheden i 1345 fandt Sted, ikke vidste om eller kunde kjende til Udglidningen af Kvassilla, antog at Hagavandet var gaaet ud. Men Hagavandet var antagelig ikke som antaget af Professor Helland og som Øverland i sin Skrivelse til Dr. Reusch anfører, et „Sidestykke til Vukusjøen". Vukusjøen opstod *ved Skredet* i Værdalen, Hagavandet var der derimod *før Skredet* i Guldalen, men gik ud ved dette.

Boringer viste sig imidlertid at være meget vanskelig. Det første Borhul blev anbragt som paa Kartet angivet strax Øst for, hvor den ovenfor tilsigtede Bæk forsvinder. Her fandt man ovenfra og nedad:

2	m	fin, rustfarvet Sand,
1/4	-	Lag af Rullestene, temmelig store, hvorigjennem der selvfølgelig ikke kunde bores, men maatte graves.
1	-	grovt Grus uden Rullestene.
1.27	-	af endnu større Rullestene end ovenfor, hvorigjennem der ogsaa maatte graves.
9.84	-	ensartet grovt Grus.
8.01	-	lidt finere Grus.

Tils. 22.37 m.

Videre eller dybere var det ikke muligt at komme, og, eftersom det føltes for Boret, havde man naaet *fast Fjeld.* Dette gav strax en anden Forestilling om Kvashylla, end man tidligere havde havt. Og at man i dette forholdsvis ringe Dyb virkelig har fast Fjeld bekræftes af andre Iagttagelser. Af medfølgende Profil vil man se, at der i omtrent det samme Niveau er fundet fast Fjeld i Skraaningen mod Nord, og, foruden ved Foden, høiere op i den mindre steile Skraaning af Kvashylla mod Syd. For om muligt at trænge dybere ned andre Steder, blev der drevet Skakter (Skjæringer) i Kanten af Skraaningerne mod Øst og Nord til et Dyb af henholdsvis 4.80 og 3—3.70 m. Mod Øst fandt man under et 0.60 m. tykt Dække af Jord og fin Sand Rullestene i et grovt Grus saaledes som i Borhullet. Rullestenene bestod fornemmelig af Granit, men ogsaa af skarpkantede Skiferblokke. Der var Blokke af Granit flere Centner tunge. I Bunden af Skakten eller Grøften rettere sagt blottedes en Klippeblok saa stor, at den ikke kunde rokkes af en Mand med et almindeligt Spet. Og det samme var Tilfældet mod Nord: først et forholdsvis tyndt Lag af Jord og Sand og derunder store Rullestene i et grovt Grus. Haandboret, som blev forsøgt paa

flere Steder, viste det samme. At trænge ned med det større Borapparat var omtrent umuligt.

Kvashylla er saaledes ingen almindelig Terrasse, men antagelig et Fjeldplateau bedækket med Elvegrus, hvori store Rullestene.

Der er saaledes intet foruroligende ved denne saameget befrygtede Bæk. Den — ganske ubetydelig forøvrigt — maa vistnok antages at gaa igjennem Kvashylla, men er denne, som det synes, et Fjeldplateau, er det selvfølgelig uden Betydning. Der er forøvrigt mange Bække, som kommer ud ved Foden af Kvashylla, og som maa antages at have gaaet igjennem denne: Langs Østsiden er der ikke mindre end 15 og langs Nordsiden 4, som vedkommende Banemester og da selvfølgelig ogsaa hans Overordnede havde fuldt Rede paa og førte Kontrol med. Flere af disse Bække er indmurede ved Udløbet.

Det laa nær at anstille en Sammenligning af Vandmængden i Bækken, som kommer *indpaa* Kvashylla, med den Vandmængde, som ved de mange Bække ved Foden kommer *udfra* samme. Vandmængden i Bækken paa Kvashylla varierer naturligvis med Aarstiden.

Den 14de August førte den:

14 Liter pr. Minut,

paa samme Tid som de 15 Bække paa Østsiden førte

544.33 Liter,

og de 4 Bække paa Nordsiden:

222 Liter Vand pr. minut,

tilsammen altsaa 766.33 Liter.

Og Vandmængden i disse Bække skal være temmelig konstant det hele Aar igjennem med den samme Temperatur, nogle Grader over Frysepunktet. (Manden paa nordre Engen oplyste, at Bækken ved denne Plads fører den samme Vandmængde hele Aaret rundt med den samme Temperatur. Er et Kar belagt med Is, kan man selv midt paa Vinteren faa Isen optinet ved at lægge Karret i Bækken).

Da det maaske kan have sin Interesse at kjende de enkelte Bækkes Vandføring, anføres den i en Amærkning nedenunder.

Man ser altsaa, at den Vandmængde, som den gjennem lange Tider saa befrygtede Bæk fører, er for intet at regne mod, hvad der kommer ud fra eller ved Foden af Kvashylla. Dette Forhold kan vistnok være og er rimeligvis noget forskjelligt i de forskjellige Aartider. Men vist er det ialfald, at Kilderne til de mange Vandbække, som kommer ud ved Foden af Kvashylla, ikke som man engang antog, kan søges i den, som det viser sig, ganske ubetydelige Bæk, som flyder indover og forsvinder i Kvashylla. At træffe Forføininger til at lede den helt over denne mod Øst eller mod Nord eller Syd, hvilket langt tilbage i Tiden har været forsøgt og nu atter paatænkt, — *er ganske vist upaakrævet* —. Mere opmærk-

Anmærk.

Langs Østsiden af Kvashylla gav:

Bæk	No.	1	nærmest nordre Engen	pr.	Minut	8	Liter	Vand.
—	-	2		-	—	84	—	—
—	-	3		-	—	20	—	—
—	-	4		-	—	105	—	—
—	-	5		-	—	70	—	—
—	-	6		-	—	6	—	—
—	-	7		-	—	140	—	—
—	-	8		-	—	70	—	—
—	-	9		-	—	3	—	—
—	-	10		-	—	1	—	—
—	-	11		-	—	4	—	—
—	-	12		-	—	9	—	—
—	-	13		-	—	6	—	—
—	-	14		-	—	0.33	—	—
—	-	15		-	—	18	—	—

Langs Nordsiden af Kvashylla:

Bæk	No.	16		pr.	Minut	26	Liter	Vand.
—	-	17		-	—	70	—	—
—	-	18		-	—	70	—	—
—	-	19		-	—	56	—	—

Tilsammen som anført 766.33 Liter Vand pr. Minut.

Bækkene er numererede fra Syd mod Nord langs Østsiden og fra Øst mod Vest langs Nordsiden af Kvashylla. Samtlige Bække gik klare uden det mindste Spor af Slam. De kan saaledes ikke have gaaet igjennem let opløselige Ler- eller sandblandede Lerlag.

som bør man vistnok derimod være paa flere af de Bække, som kommer ud ved Foden af Kvashylla. Her og langs det nylig stedfundne Skred blev der foretaget flere Boringer. Paa søndre Side af Skredet og vestre Side Landeveien, 8 m. over Elveniveauet, fandtes ovenfra og nedad til et Dyb af 46.73 m.:

2.20 m. Sand og *Ler* med enkelte mindre Rullestene.
2.12 - fin, fast Sand, ikke lerblandet.
2.25 - fint og fast sandblandet Ler.
5.73 - temmelig grov, lerblandet Sand, men fremdeles saa fast, at Borhullet holdt sig aabent uden Foringsrør.
14.00 - lerblandet Sand, men Sandet finere, dog fremdeles saa fast, at der kunde bores uden Foringsrør.
14.05 - lidt lerblandet fin Sand, hvori næsten stenhaarde 10—15 cm. tykke Lag vexlede med 1.20—1.30 m. blødere Sandlag, dog ikke saa bløde at Boret kunde trykkes ned. (Her blev boret siddende saa fast, at da Donkraft blev anvendt for at faa det op, gav Skruegjængerne efter, saa 8 Rør blev siddende igjen i Borhullet).

Et nyt Borhul kunde været anbragt her og maaske med mere Held, men da man allerede ved dette var 38.73 m. under Elvens Niveau, maatte det ansees for godtgjort, at Grunden under Veien og Banelegemet *var fast*, at ingen Udglidning eller Synkning her *var at befrygte*. Aarsagen til det nylig stedfundne Skred var heller ikke, at Veien eller Grunden under denne nedad mod Elven havde givet efter, men at Foden af Skraaningen fra Veien og opimod Kvashylla paa et enkelt Sted var svækket ved at der, ukontrolleret af Banebestyrelsen, var gravet ind i Bakken efter Ler, noget, som selvfølgelig ikke bør gjentages.

Derimod blev selve Skraaningen nærmere undersøgt ved Boringer, saaledes paa søndre Side af Skredet 6 m. høiere end det første Borhul.

Her fandtes fra Overfladen af:

6.32 m. fast, graat eller graalig blaat, rimeligvis lidt sandholdigt Ler
2.80 - fast, gulbrun Sand
12.98 - fast, lerholdig Sand
8.53 - omtrent som ovenfor.
11.84 - fast lerholdig Sand, med 25 cm. tykke haarde Lag imellem.
29.83 - Omtrent som ovenfor. Haardere og blødere Lag af Sand vexlede med hinanden.

Tilsammen *72.30 m.* Her kom man altsaa 72.30 ÷ 14 = *58.30 m. under Elveniveauet.* Videre var det ikke muligt at komme uden Foringsrør, der imidlertid ikke var beregnede for og vel vanskelig skulde kunne været drevet ned til et saa stort Dyb. Uagtet Sanden her tilslut føltes fast under Boringen, maa den dog i det dybeste Parti til en vis Grad have været blød, da Borhullet ikke holdt sig aabent under Afbrydelserne i Boringen.

Der blev videre boret med Haandboret[1] paa den samme Side af Skredet 20 m. efter Overfladen op fra Veien, hvor man først fandt:

6.50 m. *blød* og saa
1.20 - tør, *haard* (*fast*) Sand.

Atter 20 m. høiere op efter Skraaningen:

2.50 m. blød Sand,
2.00 - tør Sand, og
2.55 - fast, lerholdig Sand.

Endnu 20 m. længer op efter Skraaningen:

3.17 m. fast Sand og endelig endnu 20 m. op
1/2 - Sand, men forresten *store, løse Stene* (Rullestene).

Dybere kunde man ikke trænge ned med det for Boringer i fast Sand eller Ler mindre hensigtsmæssige tyske Haandbor.

[1] Høiere op i den steile Skraaning var det umuligt at faa anbragt det store Boreapparat.

Lignende Undersøgelser blev ogsaa anstillede langs nordre Side af Skredet saa høit op fra Veien som til omtrent Midten af Skraaningen. Ogsaa her fandt man, saa dybt som man kunde trænge ned, d. e. indtil et Dyb af 8 m. fra Overfladen, fin, fast Sand og Ler, det sidste, som det syntes, i isolerede Flag og Klumper. Endelig blev der ogsaa foretaget flere Boringer med Haandboret mod Nord for Skredet, hvor man fandt den samme fine Sand blandet med Ler, men desuden grovt Grus. Langs denne Skraaning, ialfald op til henimod Midten af samme, regnet fra Veien, har man altsaa det sædvanlige *Terrassemateriał*, som rimeligvis oprindelig har fyldt Dalføret til i Høide med Kvashylla, og hvori Elven efterhaanden har gravet sit Leie dybere og dybere. Fjeldsiderne i denne Del af Guldalen er meget steile, fordi Skiferen har et meget steilt Fald, og jeg anser det for sandsynligt, at det løse Material, som vi her har boret i, ligger an mod eller begrænses mod Vest af en steil Fjeldvæg. Store Udglidninger er saaledes neppe at befrygte, men vel mindre, hvis ikke Jernbanestyrelsen gives fri Raadighed over ialfald den østre Side af Skraaningen, som grænser til Jernbanelegemet. Jernbanebestyrelsen er fuldt opmærksom paa Faren. Foden af Skraaningen maa som allerede anført ikke svækkes ved Gravninger, Bækkene maa holdes aabne, at ikke Vand ansamles indenfor og trykker ud det løse Material, og Skoven maa holdes i en passende Høide, men alt dette vil ikke kunne opnaaes, saalænge denne Strækning saaledes som nu tilhører eller sorterer under vedkommende Sogneprest, som uden at Banebestyrelsen vèd det eller spørges derom kan give Adgang til baade at tage Ler og Sand, at undergrave Skraaningen, og efter Omstændighederne at lade hugge eller forbyde Hugst i Skoven.

Denne Strækning burde tilhøre Jernbanen og indhegnes. Herom blev der strax efter Undersøgelserne indgivet en Forestilling til vedkommende Departement, hvilken skal være bleven taget tilfølge.

Anm. Om hvorvidt de her omhandlede af Den geologiske Undersøgelse udførte Boringer og Terrænundersøgelser kan ansees for til-

strækkelige, derom kan Meningerne være delte. At man ved Borhullet oppe paa Kvashylla virkelig har naaet fast Fjeld, det vil maaske ansees for tvivlsomt, naar hensees til Grusdækkets Beskaffenhed, til de store Klippeblokke, som ved senere Gravninger paavistes. En saadan Klippeblok vilde maaske for Boret føles som fast Fjeld. Og jeg vilde ikke anse det for overflødigt, om Jernbanebestyrelsen lod drive en Skakt eller foretage en dybere Skjæring end de af mig udførte for at faa fuldt Bevis for, om man som forudsat virkelig har et grusdækket *Fjeldplateau* og ingen almindelig Terrasse. Spørgsmaalet herom er af saavidt stor Betydning, at en saadan Undersøgelse ikke bør fraraades.

Kvaal.

Undersøgelserne blev derefter henlagte til Kvaal Sorenskrivergaard i Melhus, hvor man, vel ogsaa nærmest paa Grund af Ulykken i Værdalen, nu i flere Aar havde levet i stadig Frygt for, at Grunden var usikker, at der gik Vandbække under den og udhulede den. Det viste sig nu kun vistnok at være et Foster af Indbildningen, men var forøvrigt Undersøgelserne heller ikke her ganske overflødige. Der blev først anbragt et Borhul i Gaardsrummet paa Sorenskrivergaarden, hvor man ovenfra og nedover fandt:

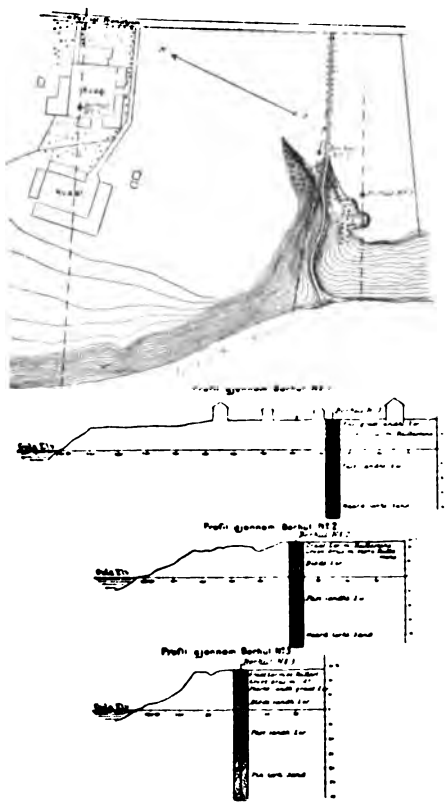
5.66 m. fast, graat sandholdigt Ler,
8.88 - grovt Elvegrus med store Rullestene,
20.80 - fast, sandholdigt Ler,
16.61 - haardt sterkt sandholdigt Ler, og
16.11 - haard, lerholdig Sand,

altsaa til et Dyb af 68 m. *fuldstændig fast Grund.* Sergeant Flyum, som nu i 3 Aar havde været Formand for Jordboringerne ytrede, at han ikke havde boret i fastere Grund end her. Videre Boring antoges her overflødig, hvorimod der syntes at være Opfordring til at foretage Boringer langs Bredderne af en liden Bæk Syd for Skrivergaarden. Den har nemlig gjennem Tiderne gravet sig ned og foraarsaget Udglidninger paa begge Sider, et godt Stykke indover fra Gula. Paa nordre Side af denne Bæk fandt man:

3.95 m. fast, graat Ler med store Rullestene iblandt,
4.62 - grovt Grus med store Rullestene,

13.65 m. *blødt, sandholdigt Ler, saa blødt, at 1 Mand med Lethed kunde trykke hele Rørlængden (4 m.) ned ad Gangen.*
17.10 - fast sandholdigt Ler,
15.63 - haardt meget sandholdigt Ler,
17.29 - haard lerholdig fin Sand i et Dyb altsaa af 72.24 m.

KROKI OVER BORINGSSTEDET VED KVAAL



Paa den anden Side af Bækken længere ud mod Elvemælen, her 25 m. høi, var dog Grunden fastere: Her var
4.00 m. haardt, graat Ler med Rullestene,
4.60 - grovt Grus med Rullestene,
6.21 - sandholdigt Ler,
13.90 - *blødt* sandholdigt Ler. 1 Mand kunde dog

her kun vanskelig trykke Boret ned saapas som 1/2 m. ad Gangen.

14.84 m. fast sandholdigt Ler,

13.00 - fast, sterkt sandholdigt Ler,

25.23 - fast lerholdig fin Sand,

8.06 - næsten ren fin Sand, men saa løs, at Boringen maatte indstilles i dette Dyb (89.85 m.), hvortil man ikke kunde naa ned med Foringsrør.

Det bløde Lerlag paa den nordre Side af bækken har maaske ingen større Udstrækning. Imidlertid turde der være Opfordring til at forebygge videre Gravning og Sænkning af Bækken alene af den Grund, *at den ellers vil lede Gula ind i sit Leie og give denne et nyt Angrebspunkt paa de høie og ubeskyttede Elvebredder ved Bækkens Udløb.*

Jeg ansaa dette Forhold at være af den Betydning, at jeg for bedre at anskueliggjøre det lod optage medfølgende Kroqui og Profiler.

Det bør desuden erindres, at det kun synes at være et Tidsspørgsmaal, naar Gula skal tage sit Løb gjennem Fornæsodden, og rette sit Angreb endnu mere direkte mod Kvaal. En Forbygning her, navnligen hvor den ovenomhandlede Bæk løber ind i Gula, anser jeg for paakrævet. Eiendommen Kvaal vil antagelig ellers, og det maaske forholdsvis snart, være udsat for større Ødelæggelser eller Udglidninger.

Kaldvælaadal.

Skjønt oprindelig ikke paatænkt blev der efter indtrængende Anmodning af vedkommende Ordfører, Hr. O. Bolland, ogsaa foretaget en Del Boringer ved Bolland i Kaldvælaadal i Flaa Herred. Man havde fra først af ikke tænkt sig Nødvendigheden af Boringer her, da Kanaldirektøren sammen med Prof. Helland i 1893 havde foretaget en Befaring af Kaldvælaadal og afgivet en beroligende Erklæring i Anledning af en nu temmelig gammel, men ved Katastrofen i Værdalen paany næret Frygt for en Ulykke af lignende Art, for Jord-

fald eller Skred, hvorom Kaldvælaa, der gaar igjennem Dalføret og ved Ler Station løber ind i Gula, ved sit *lerede Vand* antoges at varsle. Andet end en mindre indgaaende Terrænundersøgelse kunde dog ikke Kanaldirektørens Undersøgelse være, og man fandt derfor ikke at burde modsætte sig Befolkningens Ønske om en Del Boringer til mulig Besvarelse af det ganske naturlige Spørgsmaal, hvorfra skrev sig dette muddrede Vand i Kaldvælaaen og hvad vilde den nærmeste Følge deraf kunne antages at blive?

Reiser man fra Ler Station efter Landeveien op til Bolland, under hvilken Benævnelse indbefattes Eiendommene Haugen, øvre og nedre, samt Haaven, har man paa nordre Side af Kaldvælaa, i daglig Tale kaldet Kaldvælla, et kort Stykke op fra Stationen den herskende Bergart, en Ler-Glimmer-Skifer, med østvestligt Strøg og steilt Fald mod Nordost, paa længere Stykker ganske blottet, og paa søndre Side af samme, steile, 30 à 40 m. høie Lerbakker, indtil man naar den Slette, hvorpaa Bollandgaardene ligger. De steile Lerbakker er skov- og græsbevoxede paa enkelte Stykker nær, hvor der, rimeligvis ikke langt tilbage i Tiden, har foregaaet Udglidninger, der dog hverken kan have været dybe eller af stort Omfang. Imidlertid siges dog det ved Ler Station udbredte Lag af Ler at skyldes Udglidninger af Lerbakkerne paa søndre Side af Kaldvælaa, og skal efter Tradition en mindre Udglidning have fundet Sted strax ovenfor Ler kemiske Fabrik, noget som ogsaa tydelig fremgaar af Terrænet: Fabrikens Bestyrerbolig ligger nemlig paa en Lerbakke, som maa være kommet fra den søndre Side af Elven. Ved Pladsen Hageløkken har der, ikke langt tilbage i Tiden, ogsaa foregaaet en mindre Udglidning, og Forholdene synes her noksaa skjæbnesvangre. Skulde en større Udglidning her finde Sted imod den bratte Fjeldvæg paa den anden Side af Elven under en høiere Vandstand vilde det selvfølgelig kunne medføre betydelig Skade. — Vi kommer senere tilbage hertil.

Bollandgaardene ligger som sagt paa en stor mod sydvest svagt heldende Slette, de to øverste Gaarde saagodtsom lige under

Foden af en 60 m. høi Terrasse med Kaldvælaa paa den ene Side og en Bæk, Frøa, der forøvrigt er ganske tør om Sommeren, paa den anden eller nordvestre Side. Paa denne Terrasse, der langs Frøa kan sees at bestaa af mere og mindre grovt Grus med Mergelboller, ligger Gaarden Fremo; ved sin Bredde og sin Længde er den en af vort Lands merkeligste Terrasser. Den strækker sig helt hen til Langvandet, der efter Aneroidbarometeret ligger 10 m. lavere, men helt omgivet af det samme Terrassemateriał. Først 1 km, mod nordost for Langvandet afløses Terrassegruset af store Myrstrækninger med store Vandansamlinger, efter Aneroidbarometeret *i det samme Niveau som Langvandet.* Denne Myr strækker sig helt hen til Rangaaen, forbi Maagaa Tjern, som den omgiver og mod SO helt indtil det faste Fjeld. Paa det geologiske Rektangelkart angives den feilagtigen som „*Terrassernes Sand*“, hvilket maaske har foranlediget, at Strækningen ved Maagaa Tjern i Skrivelse fra Departementet for det Indre af 29de Mai 1895 til Amtmanden i søndre Trondhjems Amt nævnes som egnet til at udlægges som „Værnskog“. Her er nok desværre ingen Skog at værne om.

Langvandet ligger som sagt i en Forsænkning i Terrassegrus og er mærkelig nok uden noget Afløb. Under Undersøgelserne i September Maaned var det ogsaa uden noget synligt Tilløb; de Bække, som løber ind i det, var da ganske tørre. Gaar man fra den søndre Ende af Langvandet mod Syd ned til Kaldvælaa passerer man et lidet Tjern, der efter Opgivende af min velvillige og intelligente Ledsager Hr. Ole Bolland forholder sig til Langvandet som Vand i kommuniserende Rør: det stiger og falder med Langvandet. Kaldvælaa Syd for Langvandet var nu kun ganske lidet vandførende, og da man paa Veien op til Bolland passerer foruden flere Møllebrug, Ler kemiske Fabrik[1] og 5 Sagbrug, alle med overflødigt

[1] Ler kemiske Fabrik eies af A. Huitfeldt & Co. og er bygget af afdøde Bygmester C. B. Johnsen. Den fremstiller kunstige Gjødningsstoffe af Ben og Fiskehoder samt Kraftfoder (Benmel), som anvendes mod Benskjørhed.

Driftsvand, skjønner man i Øieblikket ikke, hvorfra dette Vand kommer. I Øieblikket syntes dette endnu mere gaadefuldt derved, at Kaldvælaa strax nedenfor, hvor vi kom ned, blev aldeles „borte", gik ned i Grunden, saa Elveleiet var aldeles tørt paa en Strækning af henved 300 m., hvorefter den atter kom frem i Overfladen med som det syntes den samme Vandmængde som ovenfor (cfr. medfølgende Kart). Man faar imidlertid snart Opløsning paa Gaaden: Strax nedenfor voxer Vandmængden ganske betydelig ved *flere Kildevæld*, hvoraf Navnet Kaldvælaa, udfra Foden af Terrassen. Vedføiede Kart angiver som man ser langs nordre Side af Kaldvælaa ikke mindre end 13 saadanne Kilder. Og det er da fornemmelig disse Kilder, som giver Driftsvand til de mange Brug nedenfor og det med en saa konstant Vandmængde, at Damme eller Reservoirer ikke behøves, og derhos med en saavidt konstant høi Temperatur ($5^1/_2{}^0$ C.)[1] at Vandet aldrig fryser. Disse Kilder, som vel at mærke *ikke* fører grumset Vand, er saaledes af ret stor økonomisk Betydning.

For Undersøgelsen af Grunden blev der først anbragt et Borhul i Gaardsrummet paa Hoven, hvor man mest frygtede for Synkning eller en Udglidning. *Her viste sig imidlertid Grunden at være saa haard og fast, at man kun vanskelig kunde faa Jordboret ned til et Dyb af omtrent $26^1/_2$ m.*

Øverst var:

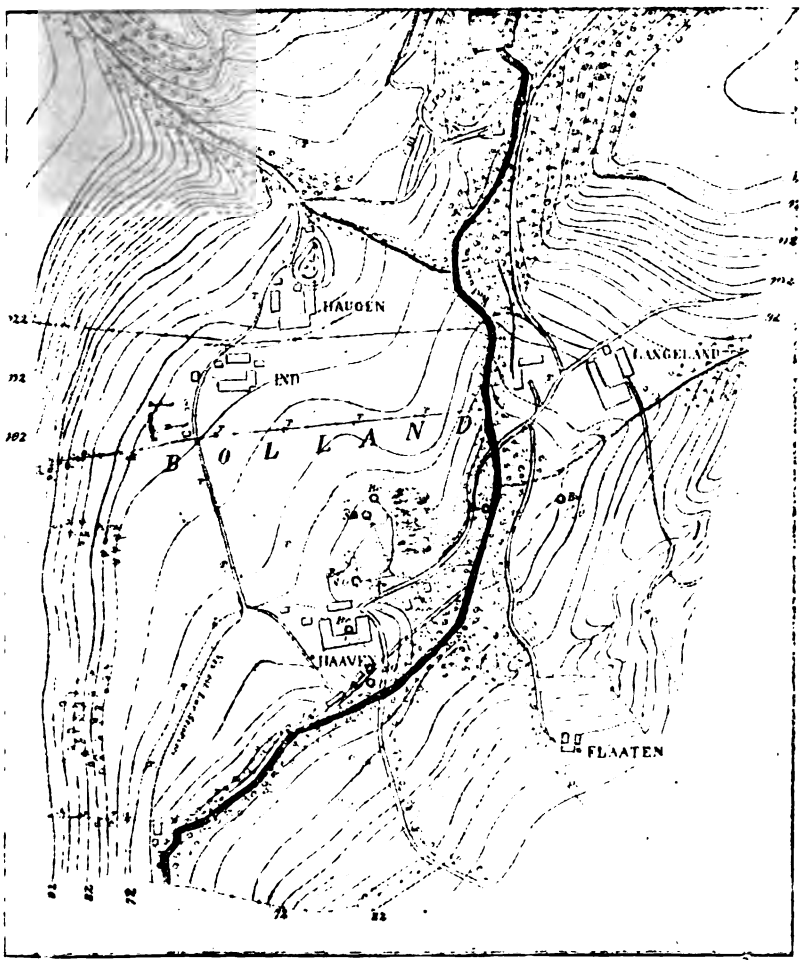
No. 1: 5.00 m. grovt jordholdigt Grus, derefter
17.08 - lerholdig, fast, noget grov Sand og saa:
4.31 - fast lerblandet Sand.

Bunden af dette Borhul ligger *13 m. under Niveauet af Kaldvælaa* strax nedenfor. Og saaledes som Forholdet er her, tør det vel antages at være under de øverste Bollandgaarde.

50 m. længere mod Syd, 13 à 14 m. lavere og nærmere Kaldvælaa, fandt man derimod kun:

[1] I Kaldvælaa var Temperaturen af Vandet $4^1/_2{}^0$ C.

No. 2: 4.00 m. grovt Grus og
9.88 - fast, lidt sandblandet Ler, men hele
11.66 - blødt sandholdigt Ler, *saa blødt, at Boret sank ved sin egen Vægt*, hvorefter
23.74 - lidt lerholdig, løs middelsgrov Sand.



I et Dyb af *24 m.* blev derhos her paatruffet en *sterk Vandaare*, som gjennem et paaskruet Rør steg op 5 m. over Overfladen, og som førte med sig en stor Mængde fin Sand

med ørsmaa Brudstykker af Skjæl[1]. Den gav 14 Liter Vand i 6 Sec. — Og dette ganske mærkelige Forhold viste sig at være det samme paa flere Steder: Saaledes 40 m. Øst for det første Borhul (i Gaardsrummet paa Hoven):

No. 3: 0.50 m. Myrjord,
1.50 - blødt Ler,
3.00 - nogenlunde fast Ler,
3.38 - meget blødt, sandholdigt Ler, *Boret sank ved sin egen Vægt*,
22.77 - løs, lidt lerholdig Sand.

Vand blev her paatruffet i et Dyb af mellem *20 og 24 m.* fra Overfladen. Videre 160 m. mod Øst, 5 m. mod Nordvest for eller lige ved Kaldvælaa:

No. 4: 4.50 m. grovt Grus med Rullestene, altsaa almindeligt Elvegrus,
5.41 - lidt lerholdigt grovt Grus med Rullestene
0.50 - nogenlunde fast sandholdigt Ler,
10.00 - blødt Ler, *saa Boret sank ved sin egen Vægt*,
10.70 - løst, lerblandet, middelsgrovt Grus

En meget stærk Vandaare blev her paatruffet i et Dyb af mellem 20 og 22 m. fra Overfladen.

Videre 100 m. nordvest for dette Borhul:

No. 5: 2.00 m. fast, graat Ler,
3.30 - fast, lerholdigt Grus,
2.89 - blød, lerholdig Sand,
11.00 - blødt, lidt sandholdigt Ler; *Boret sank saagodtsom ved sin egen Vægt.*
12.26 - løs, lerholdig Sand af samme Sort som i de øvrige Borhul.

[1] Et eneste lidet Skjæl fandtes helt. Det var *Leda pernula* efter den af Professor Ossian Sars velvilligen foretagne Bestemmelse.

Ogsaa her mødte man i et Dyb af mellem 20 og 22 m. fra Overfladen en meget stærk Vandaare; den gav 14 Lit. Vand i 4 Sek. Og endelig paa den anden Side af Kaldvælaa ved en Bæk, som løber forbi Langeland:

No. 6: 5.03 m. grovt Elvegrus,
8.68 - aldeles blødt Ler,
12.21 - løs, lerholdig, fin Sand, hvor man mødte en ligesaa stærk Vandaare som i No. 5 — ogsaa denne gav nemlig 14 Lit. i 4 Sek. — i et Dyb af 18 m fra Overfladen. Dybere kunde man ikke komme af den Grund, at det opkomne Vand her som i flere af de øvrige Borhul fyldte Borrøret med Sand.

Under det grove og faste Gruslag, som man ikke kom igjennem med Borhullet i Gaardsrummet paa Hoven, men som nærmere Kaldvælaa, hvor det var tyndere, paa flere Steder blev gjennemboret, optræder altsaa bløde Ler- & Sandlag med stærke Vandaarer, der, hvor disse har eller gives Udløb som nu ved Boringen, fører med sig fin Sand, men især Lerslam. Elven (Kaldvælaa) ligger i et saadant grovt Gruslag, heldigvis dog saa tykt, *at der ingen Fare er for*, at den kan grave sig dybere eller ned i de underliggende bløde Lag og *foraarsage nogen større Udglidning*. Hvis ikke det var Tilfældet, vilde der ganske vist være Fare for de tilgrænsende Eiendomme og da rimeligvis først og fremst for Hoven.

Som Forholdene nu er, er Spørgsmaalet kun om, hvorvidt det Lerslam, som nogle Kilder ved Hoven, paa Kartet betegnede med SO (slamagtig Opkom), fører med sig, kan antages at ville medføre nogen større Synkning af Grunden.

I en den 13de Juni 1893 afgiven Erklæring af Herredsstyrelsen i Flaa i Anledning af Skrivelse fra Fogden i Guldalen af 1ste Juni samme Aar, bilagt med Skrivelse fra Storthingsmand Piene og Lensmand Nielsen med Paategning af vedkommende Amtmand angaaende Forholdet ved Kaldvælaa, siges det: „Det er vel en 12 à 13 Aar, siden Kaldvælbækken begyndte at

føre leret og grumset (Vand?[1]), foraarsaget ved at, saadant Vand kommer af Undergrunden som Kilder. Denne Udgravning af Undergrunden har Tid efter anden medført Jordsmonnets eller Overfladens Synkning paa flere Steder, snart paa Sydsiden og snart paa Nordsiden af Bækken. For ca. 3 Aar siden indtraf saaledes en større Synkning, idet Overfladen paa en Strækning af flere Maal sank ca. 6 Alen. Man har derfor levet under adskillig Bekymring paa Grund af dette Forhold, især synes den ene af Bollandgaardene at være udsat for Fare, da det er paa dennes Grund og i Nærheden af dennes Huse det meste af Synkningen er foregaaet. Imidlertid er man med den sørgelige Katastrofe i Værdalen for Øie ikke tryg for, at en større Udrasning kan finde Sted".

Kaldvælaaen har altsaa, nu vi skriver 1896, gaaet leret i i 15 à 16 Aar uden større Følger, og de forholdsvis mindre Synkninger, som har funder Sted, har foregaaet „snart paa Sydsiden og snart paa Nordsiden af Bækken", det vil sige i Nærheden af denne, hvor Taget (det overliggende Grus- & Lerlag) over Kilderne har været forholdsvis tyndt.

Som bekjendt skal der overordentlig lidet til for at Vand bliver „blakt" ved Ler. Fra Borhullerne No. 3, 4, 5 & 6 blev 4 almindelige Zinkbøtter med et beregnet Indhold (efter Formelen $I = \frac{\pi h}{3}(R^2 + Rr + r^2)$) af ca. 50 dm.^{3} hensatte, fyldte med Vand, i 24 Timer for at iagttage Slammængden. Vandet var efter Forløbet af disse 24 Timer klart; men var den afsatte Slammængde neppe iagtagbar, naar undtages af Vandet fra No. 5, hvorfra der var afsat et 1 cm. tykt Lag af Slam. Fra Borhul No. 2 var Slammængden større og fra to naturlige Slam-Opkommer strax nedenfor Hoven endnu noget større: I en Bøtte af Indhold som ovenfor angivet blev af Vand herfra afsat Slam til en Høide af henholdsvis 5 & 7 cm. op fra Bunden. Slammængden i selve Kaldvælaa, der som allerede anført fornemmelig næres af Kilder, som ikke er

[1] Indskudt af mig.

slamførende, blev ikke forsøgt bestemt, men siger det sig selv, at den procentvis er saagodtsom for intet at regne. Heraf vilde man nu forøvrigt intet bestemt kunne slutte. Naar saaledes Herredsstyrelsen i sin ovenfor gjengivne Erklæring anfører, at den ikke er „tryg for at en større *Udrasning* kan finde Sted", saa kan det ikke siges at være begrundet; nogen større Udrasning vil ganske vist ikke finde Sted som Følge af disse slamførende Kilder. Der kan kun som Følge af dem være Spørgsmaal om Fare for Hoven eller rettere sagt for den her nylig opførte Ladebygning, saa hvis der skulde være Tale om nogen Forføining paa Grund af disse slamførende Kilder, maatte det være at flytte denne længere bort fra, hvor Kilderne kommer ud og har foraarsaget Synkning af det her forholdsvis tynde overliggende Grustag.

Selve Kilderne kan hverken stanses eller afledes, og det er saaledes vistnok uden praktisk Betydning at søge at udfinde, hvorfra de har sit Udspring. Men Spørgsmaalet herom kan jo i og for sig maaske være af nogen Interesse. Herom har Flaa Herredsstyrelse ogsaa udtalt sig: „Hvorfra", anfører den i den samme Erklæring af 13de Juni 1893, „det Ler og sandblandede Vand, der kommer op af Undergrunden har sit Udspring er ikke godt at sige. Man har tildels troet, at det kommer fra et Vand, Langvandet kaldet, der ligger omtrent 2 km. fra Bollandgaardene. Dette Vand har intet synligt Afløb; men Vandet siler under Jorden og danner ved Opkomme (Kilder) Kaldvælbækken. Langvandet bestaar kun af klare Kilder, saa det ser ud som det lerede og sandede Vand har sit Udspring fra andre Hold — — —".

Hvis det er saa, som Herredsstyrelsen anfører, at Vand fra Langvandet „siler under Jorden" og danner de klare Kilder (Kaldvælbækken), saa er jo Spørgsmaalet om Oprindelsen ialfald af disse Kilder besvaret, men er det jo forøvrigt netop det, som skulde søges godtgjort, og som vel ikke kan forudsættes som givet. Imidlertid tør det være vanskeligt at finde nogen mere tilfredsstillende Forklaring. At forudsætte, saaledes som Herredsbestyrelsen, et andet Udspring for de lerede

end for de klare Kilder er nu ikke nødvendigt, neppe heller begrundet. De lerede Kilder behøver ikke fra først af at have været slamførende eller lerede, men kan være blevne lerede under sit Løb, *og det er vel ogsaa det sandsynligste*, efter Resultatet af Boringen. Hvis de kom fra en leret *Kilde*, og ikke blev lererede under sit Løb *under Bollandgaardene*, var der naturligvis endnu mindre Grund til Frygt. Skulde man imidlertid søge en anden Oprindelse for de slamførende end for de rene Kilder, maatte man antagelig nærmest tænke paa *„Løksmyrene"*, nordost for Langvandet. Disse blev, saavidt det lod sig gjøre, undersøgte ved Haandboret. De viste sig at bestaa af 2—4 m. „Jøs", hvoruder 4 m. fast og 10 m. saa blødt Ler, at Boret kunde trykkes ned, og atter fast Ler til et Dyb af 25.5 m. fra Overfladen. Her er altsaa ganske vist Materiale nok til at gjøre Bækkene ved Bolland lerede. Men skjønt disse Myrer efter Aneroidbarometeret skulde ligge i samme Niveau som Langvandet, maa de dog i det store hele taget have Fald *mod Øst*. Langvandet, som kun er skilt fra disse Myrer ved Morænegrus, maatte ellers først og fremst blive leret.

Hvorfra det ler- og sandblandede Vand, der kommer op af Undergrunden, har sit Udspring er som Herredsstyrelsen rigtig bemærker „ikke godt at sige". Forholdet er dog temmelig analogt med Forholdet i Værdalen nedenfor Lexdalsvandet. Medgiver man Sandsynligheden af, at de mange stærke Vandaarer, man ved Boringerne der paaviste, skriver sig fra eller hovedsagelig fra Lexdalsvandet, maa man antagelig ogsaa medgive Sandsynligheden af, at Kilderne ved Bolland hovedsagelig skriver sig fra Langvandet. Men er forøvrigt dette Spørgsmaal her uden praktisk Betydning, da Langvandet hverken kan sænkes eller udtappes.

Der blev tilslut foretaget en Dybboring ved Pladsen Hagaløkken, 30 m. Syd for denne og 8 m. ind fra Skraaningen ned mod Kaldvælaa, hvor der fandtes:

0.50 m. Myrjord,
4.53 - fast, graat Ler,
20.99 - temmelig blødt Ler; en Mand kunde med Lethed trykke Boret 1 m. ned ad Gangen.
10.13 - noget blødt Ler; Boret kunde ikke trykkes ned, men man avancerede meget raskt ved Boringen.
12.98 - fast Ler,
16.91 - do. , lidt sandholdigt med haarde Lag imellem,
16.05 - haard, lerholdig fin Sand.

I dette Dyb af 82.09 m. mødte man fast Fjeld.

Under Henvisning til, hvad der tidligere er anført om Forholdene her bemærkes, at videre Udglidninger antagelig let eller med en forholdsvis liden Bekostning lod sig forebygge.

Trondhjem.

Efter Bestemmelse af Den geologiske Undersøgelses Bestyrer, Hr. Dr. philos. *Reusch*, og efter Konference med Byens Magistrat, Hr. *Rogstad*, D'Hrr. Ingeniør *Paus* og *Gunnerus* samt Stadsingeniør *Dahl* blev der endelig ogsaa foretaget en Del Boringer i Trondhjems By ved:

1. Røros Banens Godsstation, i
2. Singsager og i
3. Ilsvigen.

Efter den Udglidning, som for en Del Aar tilbage fandt Sted ligeved Godsstationen, fandt man navnligen her en Undersøgelse af Grunden ønskelig. Stationen ligger kun nogle Meter over høieste Vandstand. Der blev boret:

1. Ved Vognstalden, hvor man fandt, foruden paafyldt Grus til et Dyb af 4 m.,

15.00 m. løs, ren Sand,
11.03 - fin, fast, lidt lerholdig Sand,
5.03 - fin, ren Sand,
5.00 - grov Sand.

Videre end til dette Dyb af 40.06 m. kom man her ikke; Pumpevandet trængte ud til Siderne i den grove Sand; uden Foringsrør kunde man ikke komme dybere. Ved:

2. Materialboden paa Jernbanetomten lykkedes det at komme ned til et meget større Dyb. Her fandt man:

4.50 m. løs, grov Sand, rimeligvis Paafyldning,
20.00 - fast, fin ren Sand,
8.00 - fast, grov Sand,
16.25 - løs, lerholdig fin Sand med Lag af grovere Sand.
8.65 - meget lerholdig fin Sand,
28.25 - løs, meget lerholdig fin Sand med enkelte tynde, haarde eller faste Sandlag. Vi kom altsaa her ned til et Dyb af 86.25 m. fra Overfladen eller over 80 m. under Havet, hvorved Jernbanebestyrelsen fandt Spørgsmaalet om Grundens Beskaffenhed tilfredsstillende besvaret. At dette Dyb naaedes var ogsaa af den Grund tilfredsstillende som Stadsingeniøren i sin af Magistraten affordrede Erklæring i Anledning af Den geologiske Undersøgelselses Tilbud om Boringer havde udtalt, at Boringerne som rimeligt var, ansaaes for overflødige, hvis man ikke kunde komme til et større Dyb end ved de paa Byens Bekostning allerede foretagne Boringer, nemlig til 40 Fod eller 12.5 m. fra Overfladen.

Paa Singsager

fandtes 4.5 m. fra *Gaard No. 11:*

10.31 m. fast, meget lerholdig grov Sand,
10.30 - fast, sandholdigt Ler,
19.48 - blødt, sandholdigt Ler. 1 Mand kunde, men vanskelig, trykke Boret ned 1 Meter ad Gangen.

4.30 m. fast, sandholdigt Ler, hvorefter man, altsaa 44.39 m. fra Overfladen, naaede *fast Fjeld.*

4. *Ved Bækken mellem Teglværket og Singsager* fandtes:

1.00 m. Sandjord,
2.00 - fast, sandholdigt Ler,
8.00 - fast Ler,
0.86 - grovt Grus,
13.85 - noget blødt, sandholdigt Ler. 2 Mand kunde, skjønt vanskelig, trykke Boret ned 1 m. ad Gangen.
10.03 - blødt, sandholdigt Ler. 1 Mand kunde med Lethed trykke Boret ned 1.5 m. ad Gangen.
0.75 - ren, grov Sand,
5.33 - lerholdig, fin Sand,
1.00 - haard, grov, lerholdig Sand umiddelbart *paa Fjeldet*, som naaedes i et Dyb af 42.82 m. fra Overfladen. *I et Dyb af 38.00 m. fra Overfladen blev en temmeliy stærk Vandaare paatruffet.*

5. Borhul No. 5 blev anbragt i Gaden mellem Gaardene No. 5 og 7 i *Lillegaardsveien.* Her fandt man:

1.50 m. Grus (Paafyldning).
4.50 - fast Ler,
9.51 - blødt Ler: *Boret sank saagodtsom blot ved sin egen Vægt.*
3.47 - fast, lidt sandholdigt Ler, der i det angivne Dyb af 18.98 m. fra Overfladen hvilte paa fast Fjeld.

6. Borhul No. 6 i den øverste Ende af *Skandsegaden* viste

0.50 m. Muldjord,
1.25 - grov Sand,
18.86 - temmelig blødt Ler; 1 Mand kunde med Lethed trykke Boret ned en hel Rørlængde ad Gangen.
11.76 - meget blødt Ler: *Boret sank ved sin egen Vægt. Fjeldet* naaedes i et Dyb af 32.37 m. fra Overfladen.

7. *I Ilsvigen*

blev boret paa Hjørnet af Skandsegaden og Brobækken, hvor man fandt:

0.50 m. Muldjord,
1.00 - grovt Grus,
5.00 - fast Ler,
9.01 - *saa blødt Ler, at Boret sank ved sin egen Vægt.*
0.50 - grov, lerholdig Sand umiddelbart paa Fjeldet, 16.01 m. fra Overfladen.

8. Ved nedre og østre Ende af Difteritlazarettet fandtes:
4.53 m. grovt Grus,
6.78 - løs lerholdig fin Sand,
9,30 - meget blødt, sandholdigt Ler, *saa at Boret sank ved sin egen Vægt.*
1.50 - grov Sand,
3.60 - fast, meget sandholdigt Ler *paa Fjeldet* i
som anført et Dyb af 25.71 m. fra Overfladen.

9. Ved nedre og vestre Ende af Difteritlazarettet var der kun 5 m. ned til det *faste Fjeld*, hvoraf de 3 første Meter i fast lerholdig Sand og de 4 sidste Meter i meget blødt Ler.

10. Det sidste Borhul, der ligesom de ovenfor nævnte i Singsager og Ilsvigen blev anviste af Stadsingeniøren, anbragtes ved øvre og østre Hjørne af Difteritlazarettet og gik igjennem:

3.50 m. fast, grovt Grus,
2.00 - løs, lerholdig, fin Sand,
8.81 - blødt, sandholdigt Ler, *hvori Boret sank saagodtsom blot ved sin egen Vægt.*
1.20 - grov Sand paa *Fjeldgrunden*, her altsaa 15.51 m. fra Overfladen.

Der var engang eller fra først af Tale om ogsaa at foretage Boringer ved Trondhjems Domkirke; men fandt Hr. Arkitekt *Christie*, med hvem jeg herom selvfølgelig ikke undlod at konferere, saadanne Boringer hverken for nødvendige eller ønskelige, og heri var jeg enig med Hr. *Christie*.

Summary of the contents.

The Norwegian valleys filled up at a large extent by gravel, sand and clay have in the course of time been submitted to earthslips and sinking of the grounds, however more especially those of Guldalen, Størdalen and Værdalen.

The last important earthslip took place at Værdalen in 1893; whereby 111 persons perished.

As consequence thereof it was brought forward the proposition of a systematically effected investigation of the grounds by earthborings, in order to ascertain the reason of these in their consequences so dreadful events. And the parliament was immediately willing to vote the necessary means.

The investigations started in

Størdalen (p. 6—14)

where an earth-slip of less importance took place just after the earth-slip of Værdalen, yet without greater consequences. Here no lifes were lost. The intention was here as well as through the later earth-borings and investigations of the grounds to ascertain or as far as possible to clear up

whether and how far the earth-slip, that had taken place, could be supposed to get a still further extent and whether similar earth-slip or sinking of the grounds were likely to be feared in the tracts, where the same reasons for similar catastrophes could be supposed to be at hand.

The borings which were made with inferior apparatus proved, that there was no reason for fearing further extent of the slip in question. The slip was due to several co-operating reasons, as swampy moors, veins of water and the Graariver, besides the peculiar conditions of the ground. On the other hand, the borings made on the property of Hofstad, on the other bank of the Graariver, proved that conditions were at hand for a similar earth-slip, in finding almost close by the houses of the farm a clay pool 27.69 m. deep. — With the apparatus here employed no greater depth could be reached; but it is not improbable that it was still far to the bottom. Something of the same kind was also found by the property of Sætran, s. from Hofstad. Particularly with reference to the circumstances of Hofstad, it is necessary to call the attention to the Graariver and to regulate it. In the neighbourhood of Sætran, according to traditions an earth-slip had taken place 2 à 300 years ago, the socalled landslip of Kyllo. Borings were effected at the ground of Kyllo. The series of deposites from above and downward as far as the bore reached, moor, heath-clay mixed with sand and blue-clay, resting directly on crystaline shist, where these are not covered by glacial gravel. The Graariver is always carrying slammed clay. 1 liter contains 51.165 gr. of solid substances. At different places saline wells are also found. A sample showed 1.43 % chlorid of natrium. At Lexdalen (p. 13) south of the outlet of the river of Størdal, earth-slips have frequently taken place, thus according to traditions in 1805 and 1821. By the slip in 1805 several persons were living buried.

In *Værdalen* (p. 14)

the investigations were started at Granfossen in Vuku, and were continued at Overholmen, Overmoen and Røed. An ideal section (p. 16) from Bynen over the Helgaaen and until Røed shows the geological features.

The investigations on the eastern side of the great slip of 1893 were started at Reppe and at the property Faaren there

has once been situated a farm called Høgreppe, which was carried off in the 14th century by an earth-slip, called the slip of Skrove, of which only dark traditions are left.

Borings were also made at Ekklo. On the way to Ekklo we pass Landfald (land-slide), deriving its name, from an earth-slip in ancient times. Previous to this slip, there was a place called Høgekklo. In this part of Værdalen the loose ground seems to consist partly of ancient slip-bulks, originating probably from the slip of Skrove. By digging for water on the top of a high heath, *a tree* was found 8 m. under the surface, standing upright with all its branches.

Faaren (p. 21)

is one of the largest and best settled farms of Værdalen. It was temporarily abandoned, for fear that the great slip might extend further towards east. However this fear proved to be groundless. During the investigations here, the apparatus were more perfect, an hydraulic boring-engine enabling to reach a depth of 100 m.

At Faaren the loose ground had a thickness of 53 m. exclusive of likely 1 m. thick probably glacial gravel, which could not be forced trough. 9 m. below the surface there was a fluid mass of clay of about 9—10 m. thickness.

At *Uglen* (p. 22)

we were much surprised to find a 23 m. deep probably veritable pool of clay under a layer of 34 m. thickness consisting of coarse gravel and sand, however this pool is fortunately situated deeper than the ancient bottom of the slip.

Something like it happened at Mo, where however the danger of a slip is greater. At Haga and Hægstad the ground is solid. But at Stiklestad (upper), where a depth of 91½ m. was reached, we again found 25 m. under the surface a fluid mass of clay about 18 m. deep.

These fluid masses, whereof several were showed later on, are surely in a great measure due to subterraneous veins of

water, whereof we later met several through the borings. It may be, that they probably have connection with or are due to the higher up situated lake of Lexdalen.

The borings of the ground of Værdalen were continued in 1895. Before describing these borings, an orientating view of the geological features is premised (pag. 27) with reference to the accompanying map, printed in colours. Hereto is attached a remark (pag. 31) to the effect that, when after long considerations one came to the result, that the brook of Follo did *not* cause the slip of 1893 this is hardly correct. It was certainly enough the direct cause to the earthslip, the direct cause, the proper cause was of course the constitution of the soil: great accumulations by snbterraneous veins of water, softened masses, consisting particularly of the socalled quick-clay, which has the quality of absorbing a great percentage of water whithout becoming fluid unless it is shaked or put in motion, but when it happens, whereby the capillarity is broken, it can become floating in the water produced by itself.

The borings of the ground in 1895 commenced towards the middle of June and was terminated in the month of November. On the attached map the lines of section are indicated after which the borings are carried out and on the accompanying sections these bore-holes are marked and put in colours. (Pag. 33—44) treat of these bore-holes, where several strong veins of water were showed underneath or below the lake of Lexdal. Larger drainings are here considered necessary.

Guldalen.

Remark of introduction (pag. 44—48) about the socalled Kvassilla by Støren, wherefrom in 1345 passed an earth-slip, which dammed up the river of Gula. The map (pag. 47) shows the present Kvassilla and also wherefrom the slip is supposed to have been started. A slip of less importance in 1896 involved fear for renewal of the catastrophe of the fourteenth century, for which the present Kvassilla or as it is also named Kvas-

hylla is considered able to furnish sufficient materials. The investigations (pag. 48) have however shown, that this Kvashylla is no ordinary terrace, built up of sand, gravel and clay, but a mountain plateau with large boulders. The smaller slip in 1896 was no doubt due to taking away sand and clay on the foot of the steep slope alongside the railway, without the control of the railway managers. As this of course ought not to be repeated, a preliminary memorial was presented to the departement in question, immediately after the commenced investigations for taking over this tract for the benefit of the railway, a proposition, which shall have been carried into effect.

Kvaal (pag. 55).

At Kvaal, the residence of the district judge of Melhus, fear was risen that the buildings not were on safe ground. People believed, that water even had been heard to purl under the surface. This turned however out to be a product of imagination. The soil close by the buildings, where a bore-hole was made, proved to be quite solid to a depth of 68 m. Nothwithstanding the circumstances, near a brook, just south of the buildings of the judge, seemed to invite to take precautions in order to prevent further digging of the brook and gliding of the loose ground alongside the banks, so much the more as Gula otherwise would be drawn into the bed of the brook. Besides that, it is only a question of time, when the river Gula will break through the tongue of Formo and direct its course straight towards this point. The sketch with transversal cuts pag. 56 illustrates the situation.

The valley of Kaldvælaa (pag. 57).

Finally some borings were made at Bolland in the valley of Kaldvælaa in the district of Flaa, occasioned from, that Kaldvælaa, which runs through the valley and near the station of Ler discharges itself into the Gula, and now in several years has carried mud and clay. As reasonably was, the

question arose, how the consequences hereof finally were most likely to become.

When traveling from the station of Ler by the road up to Bolland, under which name several properties are included, we have on one side the prevailing rock (clay-meachise) and on the other side, clay-hills of 30 to 40 m. high, untill that plain is reached, where the buildings of Bolland are situated. From these clay-hills slips have taken place, yet neither deep nor of large extent. However it is said, that the extended layer of clay near the station of *Ler* is due to slips from these clay-hills. The upper two properties are situated just at the foot of a 60 m. high terrace. This terrace is found to consist of more and less coarse gravel with boulders of mare. Both by its length and its width it is one of the most remarkable of our country. It is extended right up to and round about the lake of Langvand. The lake of Langvand has no visible afflux. The features are besides this rather remarkable. Kaldvælaa, which below the farm of Bolland furnish water power for several mills and a chemical factory, was south of the lake of Langvand quite little water-carrying and on a length of 300 m., it is even found quite dry, but immediately below, the quantity of water is increasing quite considerably from wasty springs out from the foot of the terrace. There is not less than 13 such springs with a constant quantity of water and temperature (5.5° C.). These springs, which, to be observed, are *not* muddy, are thus of certain economical importance.

The borings were first made in the yard of the property of Hovin, where a slip or sinking of the ground here was most feared. However the ground here was solid, as deep as the borings were able to reach, viz 26.5 m. from the surface.

Below this layer of coarse and solid gravel, which here could not be penetrated, but nearer Kaldvælaa, where the layer was thinner, and at different places bored through, appears however soft layers of clay and sand with strong veins of water, which are carrying fine sand, but particularly clay mud with

fragments of a shell, *Leda pernula*, where they are breaking out at the surface, yet not to that extent that any *greater sinking of the ground* can be feared.

Wheter they take their sources from the Lake of Lyngvand or not, cannot positively be decided.

Drontheim (pag. 67—71).

Finally it was first of all bored near the railway station, but also at different places in the city of Drontheim. Near the railway station a slip had taken place several years ago. Here it was penetrated to a depth of 86.25 m. from the surface or about 80 m. below the level of the sea without meeting soft layers, which might cause a sinking of the ground. The ground was consisting of coarse and fine partly very clayey sand.

At several other places in the city, where the solid rock was reached, we found more or less rich layers of soft clay and sand and on a single place, 38 m. from the surface a strong vein of water.

Indhold.

pag.

Forord 3

Størdalen 5

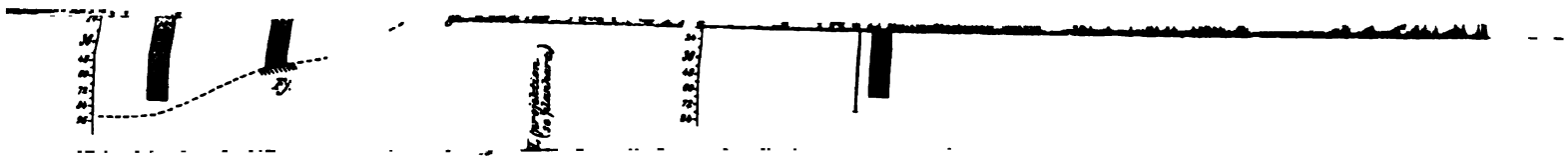
Værdalen 14

Guldalen 44

English summary of the contents 72

Rettelser.

„Størdalen“ skrives rigtigst „Stjørdalen“. Pag. 59 Linje 17 fra oven „er“ læs „blir“.



No. 28



MAI

No. 28.

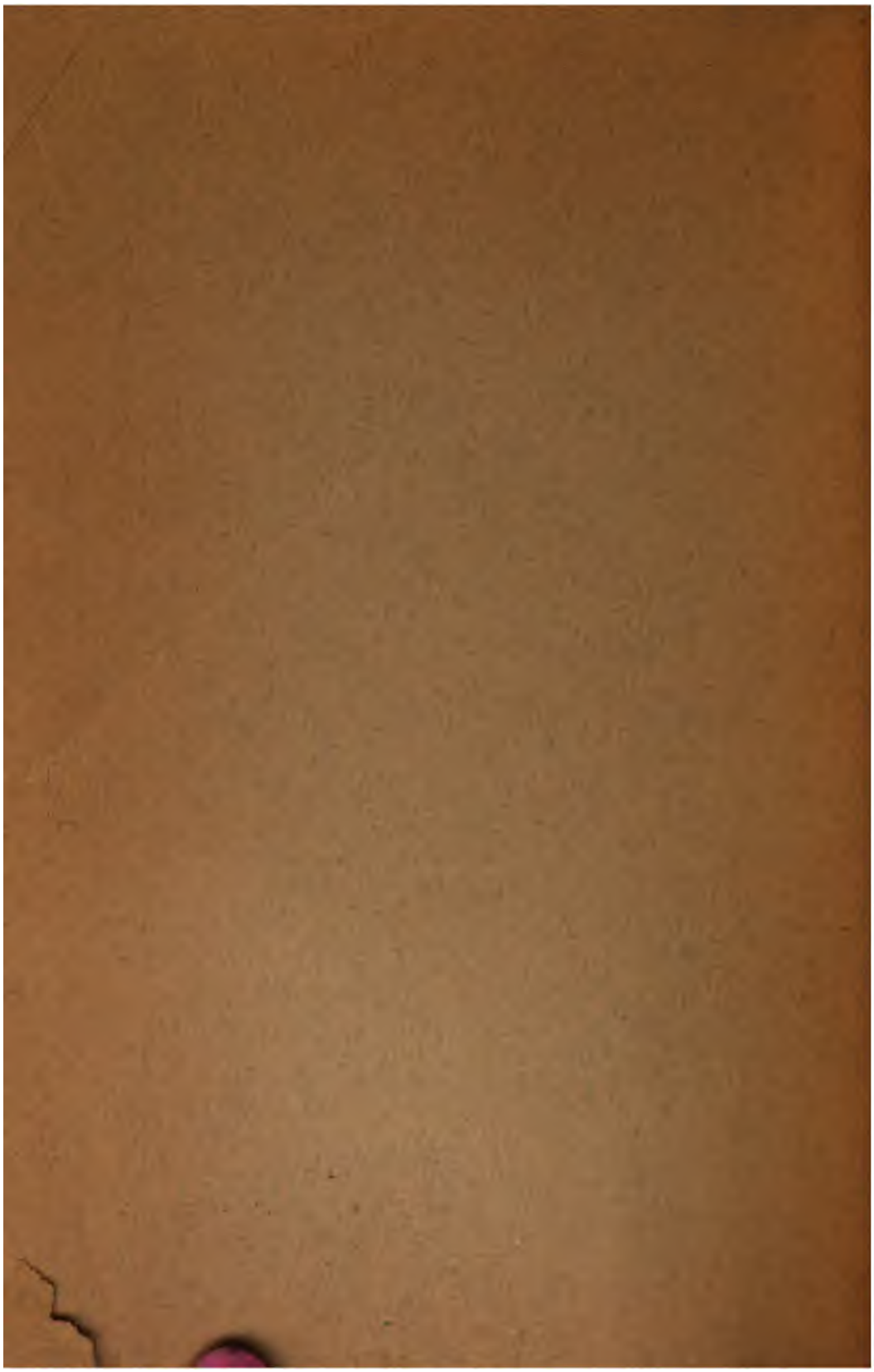
Aarbog for 1896 til 99

Udgivet af

dr. Hans Reusch,
undersøgelsens bestyrer

Kristiania.
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1900.

Pris ~~Kr. 2.~~



Norges geologiske undersøgelse. No. 28.

Aarbog for 1896 til 99

Udgivet af

dr. Hans Reusch,
undersøgelsens bestyrer

Kristiania.
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1900.

Indhold.

Side

No 1. *Andr. M. Hansen.* Skandinaviens stigning.
I. Middelvandstand:
A. Bestemmelse af nuværende strandlinje 1
B. Vandstandens rytmiske bevægelser 9
II. Sekulære forskyvninger af strandlinjer:
A. Norge 18
B. Sverige og Finland 64
III. Årsak til strandlinjeforskyvninger 73
English Summary 105

No. 2. *A. Helland.* Strandlinjernes fald. 1 kart.

No. 3. *J. Rekstad.* Løse afleiringer i øvre Foldalen. (English Summary).

No. 4. *J. Rekstad.* Om periodiske forandringer hos norske bræer. (English Summary.)

No. 5. *Adolf Dal.* Geologiske iagttagelser omkring Varangerfjorden. (English Summary).

No. 1.

Skandinaviens stigning.

Av

Dr. Andr. M. Hansen.

Skandinaviens stigning.

Av

Dr. Andr. M. Hansen.

I. Middelvandstand.

Den gennem bestyreren av Norges geologiske undersøkelse Dr. H. Reusch iværksatte opmærkning av den nuværende strandlinje i Tromsø stift er nu avsluttet. Dette gir anledningen til nogle almindelige bemærkninger om spørsmaalet: landets stigning, fra en av deltakerne i dette arbeide (1894).

A. Bestemmelse av nuværende strandlinje.

1. *Tang- og rur-rand.* Den valgte fremgangsmaade for at fiksere havets nivå i forhold til landet var at avmærke den øvre grænse av tangbæltet, den sammenhængende linje hvormed *Fucus vesiculosus* avslutter oventil paa bratte bergvægge. Dermed er valgt netop den skala vor kystbefolkning daglig avlæser vandstanden på. Når det skal avgøres hvorlænge det er igen til flo eller fjære, så ser man hen til nærmeste fjeldknaus eller storstenet strand, og kan da efter blæretangen med adskillig sikkerhet se, om det er halvflød, eller snart fjære, om fjæren er liten, det er „småsjøet" som det heter, eller det er spring o. s. v. Tidsavstanden fra „utfalden" vand kan med nogen øvelse under almindelige forhold selv paa ukendt sted bedømmes med omkring 1/4 times nøiagtighed, og da tide-

vandsforskellen langs det Norske hav er omkring 2m vil dette si at vandstandens høide over almindeligt lavvandsnivå bestemmes med en nøiagtighet av ca. 8—10 cm., blot efter tangen. Paa kendt sted, med daglig adgang til at følge flobølgen, vil bestemmelsen kunne ske med endnu større nøiagtighet, som man særlig let kan iaktta i Nordland, hvor flo og fjære og den stærke strøm kræver så stadig opmærksomhet ved al færdsel til sjøs.

Henimot høivand er blæretangen mindre brukelig som gradstok. Når vandet når over den øvre sammenhængende grænse for *Fucus vesicolosus*, flyter den med, og ved flo er alt dækket. Da blir det forholdet til strandvegetasjonen, *Carex*, *Juncus*, algemærker paa bryggestolper o. s. v. man går efter.

På denne vis kan altså grænserne for almindeligt høit og lavt vand angis med ganske stor nøiagtighet av kystbefolkningen. Ved at halvere afstanden har man derved git så nogenlunde middelvandstanden for stedet. Direkte angis derimot denne med større usikkerhet efter tangranden. Jeg hørte i Nordland temmelig forskellige meninger om hvor meget man skulde se av blæretangen, når det netop var halvflød eller halvt utfalden. Selve dette tidspunkt mærker sig jo ikke av så øinefaldende som det rolige vand ved strømkæntringen, har heller ikke den praktiske interesse, og den stærke strøm midt mellem flo og fjære gir vel i og for sig noget vekslende stand. I almindelighet het det dog, at man skulde se omtrent ½ alen, eller vel et kvarter, altså en 20—40 cm. av planterne nedenfor den øvre jevne grænse for rotfæsterne. Så meget som en alen, 60 cm. trodde man dog ikke at tangranden var under midlere vand, hvad der skal være fundet i Alten (A. L. Holmstrøm. Om strandliniens förskjutning å Sveriges kuster. K. Sv. Vet. Akademiens Handlingar. N. F. B. 20 No. 9 s. 21 anm.) Efter mine iakttakelser anslår jeg i Nordland tangrandens almindelige høide over middels (sommer vandstand) til 30—40 cm. Ved Kabelvågs vandstandsmaaler søkte jeg at finde forholdet til årets middelvand, men

dette var endnu ikke bestemt efter sidste forandring av apparatet, og senere publikasjoner derfra foreligger ikke. Spørsmaalet viste sig for så vidt av mindre interesse som man hurtig kommer til det resultat, at tangranden i høi grad er avhængig av de lokale forhold. Dette fremgår allerede direkte, når man med et nivellerspeil sigter stranden bortover fra et punkt i tangranden, man ser grænsen bølge op og ned efter ujevnheterne, oftest lavere i fjæren, høiere på berg, særlig i kløfterne. Selv på lodret væg viser der sig ujevnheter, i tilsynelatende retlinjet grænse. Ved anbringelser av vandstandsmærkerne gik jeg frem på den måte at jeg fra et sigtepunkt nivellerte til den jernbolt som blev sat ind, og dernæst til tangranden over et noget større felt, idet den inddelte målestang flyttedes småstykker bortover. Trods der utelukkende blev valgt steder, hvor tanggrænsen for øiet syntes jevn og god, viste nivellemanget dog stadig avvikelser på enkelte centimeter. Nærmere end til et middeltal av disse nogenlunde stemmende høider kan man neppe bestemme tangranden.

Ved siden av blæretangen tok jeg ved opmærkningen også hensyn til en anden biologisk littoral-grænse: ruren, *Balanus balanoides*. Denne eiendommelige dyreform træffes — ifølge velvillig meddelelse fra G. O. Sars — „neppe nedenfor laveste fjæremaal; bredden av det bælte hvor den sidder er noget forskellig på forskellige steder, og synes tildels at rette sig efter klippens beskaffenhet, dels efter utstrækningen av flo og fjære. Den øverste grænse er ved øverste flomål". Ofte finder man øverst enkelte spredte individer, men de ikke sjeldne skal av døde dyr viser, at de sidder nær grænsen av hvor de kan leve; først noget længere ned samler de sig til en tæt bestand, som på lodrette fjeld ofte avsluttes oventil med en skarp utpræget linje, der egner sig fuldt så godt til naturligt mærke for vandstanden som tangen. Man vet ikke nøie hvor gammelt det enkelte individ blir; G. O. Sars mener neppe mere end 2 år. Men „kalkskallene kan umulig falde av umiddelbart efter dyrets død, da de er fast cementeret

til klippen, men de forvitrer efterhånden, så blot basis blir igen, og ofte sætter så et nyt individ sig fast på denne". Man burde altså her ha et mere varigt biologisk littoralmærke end tangen, som desuten er utsat for at bli skåret væk av mennesker og is. Hertil kommer at rurens øvre grænse nærmer sig høivandslinjen. „Balanuslarver findes frit i sjøen i store mængder på forsommeren, i mai og utover juni, og jeg antar derfor at de fleste individer sætter sig fast i løpet av juli måned" (G. O. Sars). Den øvre grænse av isolerede balaner må derfor ligge nedenfor høieste vandstand i juli, og da dyrene må stå nogen tid under vand ved hver flo for at kunne leve, men sprer sig så høit op mot flomål som gørligt, vil den øvre grænse få et snevert spillerum. Det er muligt at man ved fremtidige undersøkelser over strandlinjen bør fæste mere opmærksomhet ved disse aller øverste balaner, mens man dog fremdeles vel nærmest må gå ut fra den normale øvre skarpe grænselinje, hvortil ruren sidder samlet i tæt bestand, som nivåmærke.

Denne grænselinje ligger regelmæssig nærmere høivandslinjen end tangranden, man har oftest et iøinefaldende bælte av rur over denne. Ved at måle avstanden av de anbragte vandstandsmærker både til rur- og til tangrand, viser det sig at dette godt avgrænsede bælte har en meget vekslende bredde, oftest 10—60 cm. Da balanernes fysiologisk mulige spillerum som nævnt er mindre, taler sandsynligheten for, at det her væsentlig er tangranden som veksler i høiden i forhold til midlere vandstand. Ofte finder man på fjeldvæggene ruren alene, av og til alene Fucus og ingen Balanus. I det hele viser det sig at livsbetingelserne for disse så stadige naboer dog i nogen grad er forskellige Selv på et og samme sted synes der at foregå forandringer, der påvirker i hvert fald tangvegetasjonen. Ser man på tangplanterne øverst ved randen, vil man finde at disse ofte er bare jevnaldrende individer, undertiden utelukkende unge, andetsteds gamle (3—5 år?) Jeg har fundet dette at være tilfældet også på steder hvor det ikke godt kunde antas at ældre bestand var tat væk

av is, og hvor jeg heller ikke kunde få oplyst at der var skåret tang. Fucus vesicolosus fruktificerer til alle årstider og spirer straks, så det synes vanskeligt at forklare disse forhold anderledes, end at en ældre bestand er død væk av en eller anden grund og siden blit avløst af ny tilvækst, hvorved det altså blir sandsynligt at en forbigående forskyvning av tangranden kan ha fundet sted.

Det kunde efter dette synes at reise sig vægtige betænkeligheter mot at benytte tangranden som middel til at fiksere den nuværende strandlinje. I det store set er imidlertid tangvækstens øvre grænse dog et tydeligt og greit biologisk nivå. Og når man på en bergvæg av nogen utstrækning finder tang og rur på vanlig vis sammen, kraftig utviklet, siddende oventil tæt op til skarpe grænser, balan-bæltet frit over tangranden, så er det neppe tænkeligt at nogen nævneværdig forskyvning av strandlinjen her kunde finde sted, uten at disse regelmæssige biologiske grænser flytter med. Hvis man så samtidig i nærheten tar flere lignende mærker, skulde isolerede lokale virkninger bli mindre sandsynlige. Under sådanne omstændigheter tror jeg det vanskelig kan nægtes, at man både i tang- og i rur-randen har en meget sikker og god gradstok, hvorved en strandlinjeforskyvning på en 10 cm. eller kanske endnu mindre med sikkerhet kan avlæses.

I hvert fald — man har ingen bedre naturlig gradstok for hånden kysten rundt. Det kunde synes efter et første indtryk at man måtte komme længere ved av de forskellig littorale forhold at bestemme middelvandstanden mellem det let fundne høivand og lavvand. Men man får snart greie på, at den således fundne middelvandstand kun har gyldighet for den enkelte dag. Man får høre at sidste dages herskende vindretning gør forskel, får vite at man har jævnt lavere vand om våren end om vinteren, at forskellen kan løpe op til mange centimeter, finder at det i det hele tat er en meget vanskelig sak at angi middelvandstanden for en årrække selv med en nøiagtighet av en 10 cm. eller så. Og man vender tilbage til det ræsonnemang: rur og tang er

ét- til flerårige fastsiddende levende væsener, som øiensynlig er særdeles nøie tilpasset til bestemte naturforhold på det bestemte sted, så nøie at av tusener av individer på en bergvæg rækker ingen mere end ganske få centimeter over en skarp grænse, og denne grænse må derfor stå i et varigt forhold til middelvandstanden, så nøie bestemt at man aldeles ikke kan komme det nærmere ved tilfældige, episodiske undersøkelser av høi- og lavvandsnivåerne. Man vil vel ikke med synderlig nøiagtighet kunne avgøre netop stedets gennemsnitlige middelvandstand i forhold til tang- og rurgrænsen med et par centimeters sikkerhet, men må allikevel anta med fuld grund, at en forandring av den vilde kunne avlæses ved gode grænser omtrent så nøie. Jeg er således ikke i nogen tvil om at man i en god tang- og rur-rand har et meget sikkert og ganske fint mål for mulige forandringer i strandlinjen, og at altså den valgte fremgangsmaade ved opmærkningen i Tromsø stift er fuldt rasjonel, likesom den sikkerlig er den eneste mulige, overalt hvor man ikke har anledning til at foreta direkte vandstandsmålinger under streng kontrol gennem årrækker.

2. *Vandstandsmålere.* For at bli istand til at følge havoverflatens bevægelse i detalj er det dog selvfølgelig nødvendigt at der foretas regelmæssige, sammenhængende vandstandsobservasjoner på så mange steder langs kysten som det viser sig praktisk utførligt. Det er to fremgangsmåter at følge: enten avlæser man direkte på en fast skala vandstanden til bestemte tider, eller man opsætter selvregisterende apparater.

Den første, ældre fremgangsmåte har den store ulempe at den fordrer mere omhyggelige, stadige, præcise iakttakelser, som ofte medfører adskilligt arbeide av den ikke vitenskapelig utdannede observatør, og man kan derfor her vanskelig opnå fuld garanti for den fornødne pålitelighet med hensyn til tidspunkt og høidenotering. Likeså er det en mangel at kun få punkter av den daglige bevægelse kommer med.

Den har derimot den fordel at vandstanden direkte avlæses på en skala der lettere kan anbringes på steder, hvor lokale indflytelser på vandstanden bedst undgåes. Den har videre den væsentlige fordel at selve måleren er meget enkel og kan gøres meget solid og sikret mot forandringer. Selv et så simpelt apparat som lodret træskala, fæstet i en solid vandret jernstang anbragt i fast fjeld, viser sig imidlertid ikke sikker nok. Av 12 svenske målestokker fra 1848—51, som inspiceredes av L. A. Forssman og L. Holmstrøm 30 år efter, er det kun 2! hvor det ikke viser sig at ha sked flytning eller ombytning av skala (foruten Malørn hvor ordningen var anderledes). Herved blir det vanskeligt at sikre sig fuldstændig mot en forskyvning av 0-punktet, der er vanskelig at få ut igen av beregningerne for længere årrække.

Det er imidlertid at frygte for at lignende instrumentfeil langt oftere vil komme til at gøre sig gældende ved de ganske komplicerede selvregistrerende apparater. Denne erfaring har man allerede gjort i Norge. I „Vandstandsobservationer udg. af den norske Gradmaalingskommission H. 2 Chr. 1883" omtales det, at ved flere stasjoner har „selvregistrende apparater været opstillede og har tildels været igang i længere tid uten at dog de herved indvundne resultater har været så tilfredsstillende at man har trod at burde underkaste dem fortsat bearbeidelse" — dels på grund av uheldig opstillingsmåte, dels på grund av ufuldkommenheter ved apparaterne. Også ved enkelte av de publicerede observasjonsrækker viser kurvernes gang at der må ha indtrådt forandringer ved vandstandsmåleren. Der ligger da også i selve den måte hvorpå flyteren, hvis bevægelse avtegner sig, må anbringes, vanskeligheter som ikke er gode at overvinde. Den kan på den ene side ikke sættes så frit som den burde, da bølgeslaget og dragsuen ikke må virke for direkte paa den. På den anden side bør den heller ikke anbringes i for lukkede viker, hvor den rent lokale opstuvning av vinden, strømsætninger o. s. v. let virker, og hvor under nordlige breddegrader isen gerne volder besvær. At finde en ledning, hvorved bevægelsen overføres til den teg-

nende stift, således indrettet, at den ikke påvirkes av temperatur- og fugtighetsvekslinger, er endnu en uløst opgave. De selvregistrerende vandstandsmålere er naturligvis i og for sig de fuldkomneste, og de eneste brukelige for studiet av tidevandsbølgerne, men for at de kan bli helt pålitelige til bestemmelsen av strandlinjens forskyvning gennem et længere tidsrum, dens sekulære bevægelse, synes det nødvendigt at kombinere dem med direkte skala-avlæsninger efter den ældre metode, for at kunne sikre sig mot observasjonsfeil. Man må ha i nærheten en særdeles solid gradstok, hvis 0-punkt er forbundet direkte eller ved nivellemang til absolut sikkert, fast punkt i fjeldgrund. Her må ikke alene foretas uavhængige avlæsninger med bestemte mellemrum, som forøvrig ikke behøver at være ganske korte, men man må under forskelligst mulig temperatur og fugtighet, på nøie bestemte tidspunkter kontrollere om der av det selvregistrerende apparat optegnes den virkelige vandstandshøide. Også andre instrumentfeil vilde kunne elimineres ved en sådan uavhængig, jevnsides observasjonsrække.

Uten sådanne sikkerhetsforanstaltninger antar jeg i hvert fald de aller fuldkomneste selvregistrerende vandstandsmålere kun vil ha en temmelig tvilsom interesse likeoverfor spørsmaalet om en langsom sekulær bevægelse. Det vilde derfor ha en væsentlig vitenskapelig betydning om der ved alle apparater som er i virksomhet anbringes en i fast fjeld fæstet solid gradstok*), hvis 0-punkt ved nivellemang er sat i forbindelse med et urokkeligt punkt, og at der f. ex. én gang om dagen her gjordes uavhængige observasjoner på nøie noteret tid.

Først ved en sådan kombinasjon av skala-avlæsning og selvregistrering vil det være muligt at få fastslåt fuldt ut pålitelig middelvandsnivået gennem længere årrække.

---

*) nuværende gradstokker anbragte på vandstandsmålerens hus dur selvsagt ikke.

B. Vandstandens rytmiske bevægelser.

Av den Norske gradmålingskommissjon er utgit en række „Vandstandsobservationer" for en del av de opstillede selvregistrerende apparater, efter 1872. Om end disse er altfor kortvarige til at kunne benyttes direkte til bestemmelse av Skandinaviens stigning, kan man dog her finde værdifulde oplysninger om forskellige kortvarige rytmer i vandstanden.

For vor opgave har det ingen interesse at følge i detalj tidevandets rytme. Kun selve flobølgens omtrentlige størrelse får nævnes, for bedre at kunne forstå vanskeligheterne ved at finde middelvandstanden ved Norges kyster.

Mens forskellen mellem flo og fjære inde i Østersjøen, ved den Skandinaviske halvøs østside, er umærkelig, og man altså her ved roligt vand altid med lethet kan avlæse „lagligt vatten", begynder den at kendes ved Øresund (ca. 15 cm.); ved Båhuslens kyst anslås den til omtrent 30 cm. Omtrent denne størrelse har den også efter vandstandsmålingerne ved Kristiania, Oskarsborg, Arendal og Stavanger — 31, 36, 24, 42 cm., men er ved Bergen steget til 96 cm. Nordenfor Romsdalen når forskellen en betydelig og nogenlunde ens størrelse: Trondhjem 199, Kabelvåg 194, Vardø 214 cm. Dette er den midlere forskel; solbølgen utgør som bekendt vel en 1/3 av månebølgen, hvorved den omtrentlige forskel mellem spring og nip kan sees. Avstanden mellem høieste og laveste iakttakne stand i et år går op til det dobbelte av den midlere flobølge, ved Trondhjem og Vardø 429 cm. Så stor blir ikke ganske størst forskel mellem lavvand og nærmest påfølgende høivand, mens den mindste forskel mellem disse fra Stavanger og østover er forsvindende liten og selv ved den friest liggende stasjon Vardø kan synke ned til det halve av den gennemsnitlige, 97 cm.

Man ser at de to daglige tidevandsbølger spiller en særdeles stor rolle i strandlinjens naturhistorie, især nordpå, at vandstanden her kan veksle i en regulær rytme på omkring 2 m., som ved uregelmæssigere sideindvirkninger kan drives op til det dobbelte eller ned til det halve. Vanskeligheterne

ved at bestemme en middelvandstands strandlinje må under disse omstændigheter tydeligvis bli store.

Endnu tydeligere træder kanske vanskeligheterne herved frem, når man studerer den følgende, større rytme, som træder frem i de offentliggjorte tabeller. Undersøker man middelvandstanden for de enkelte måneder viser der sig store forskelligheter, og en sammenligning over flere år godtgør at man har en meget utpræget årlig rytme. Begynder vi nordfra, så viser årskurven (efter månedsmiddel) for Vardø og Kabelvåg sig meget ens; de kan således, for bedre at få ophævet tilfældigheterne i de korte rækker (1881—86 med flere huller), slåes sammen til én. Begge steder ligger på øer og langt fra utløb av større elve, det er selve den store varme nordatlantiske strøm som skyller ind begge steder, det må derfor være den årlige bevægelse i selve det Norske hav som angis. Fra skarpt minimum i april (÷ 17 cm.) stiger månedernes middelvand temmelig regelmæssig til et bredere vinter-maksimum i november—januar (+ 14 cm.) Amplituden av den årlige kurve er altså 31 cm., et særdeles væsentligt beløp, omtrent svarende til halvdelen av solbølgen i tidevandet (63 cm.)

Fra den anden side av den skandinaviske halvø har man talrige målinger, som også viser en tydelig årlig rytme, men kurven har her en anden form. Fra et samtidigt minimum i april stiger vandet raskt til et sensommer-maksimum. Østersjøens vandstandsbevægelser har været studeret i sidste tid av E. Brückner (Ueber Schwankungen der Seen und Meere) og R. Sieger (Niveauveränderungon an skandinavischen Seen und Küsten; begge arbeider i Verhandlungen d. IX. deutschen Geographentages 1891) og særlig utførlig av Sieger i „Seenschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien“ (Zeitschrift d. Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1893), hvor henvisninger til den betydelige ældre literatur findes. — Man går nu almindelig ut fra at Østersjøen må betragtes som en indsjø, hvor den høie vandstand repræsenterer flommen — snesmeltningen og regnmaksimum; litt

tidligere (august) i sydlige del, litt senere (september) i nordlige del —, laveste stand svarer til vinterens minimum av vandtilførsel ved elve og nedbør. Den årlige amplitude er 15—20 cm.

Den samme type for den årlige vandstandsbevægelse som hersker i Østersjøen gør sig også gældende på Sveriges vestkyst helt op til Norges grænse. Kattegat viser sig væsentlig som utløpskanal for Østersjøens store nedslagsdistrikt, og flommen i dette kan følges i en høitvandsperiode om høsten ved Båhuslens kyst — som påvist av L. A. Forssman (Om vattenhöjden ved Sveriges kuster. K. Sv. Vet. Akademiens Handlingar. N. F. B. 13, 1874).

Undersøker vi endelig hvorledes den årlige rytme er for den del av den norske kyst som ligger mellem Vardø—Kabelvåg og den svenske grænse, viser „Vandstandsobservationer" at årskurven for Trondhjem som ventelig stemmer med de nordlige stasjoners, dog med den avvikelse at der ved måleren her, like ved Nidelvens utløb, inde i en fjord hvor også andre ret store elve falder ut, optræder ovenpå Norske-havs kurven et sekundært, litet maksimum i flomtiden (juni).

Bergen har en lignende svak påsat flomhøide i juni (Vosselven?), men her viser der sig også forhøining i september, da de nordlige havstasjoner hellere har en relativ sænkning. Vi er øiensynlig kommet så langt syd, at noget av Østersjø-regimen mærkes, gennem den kyststrøm som fra

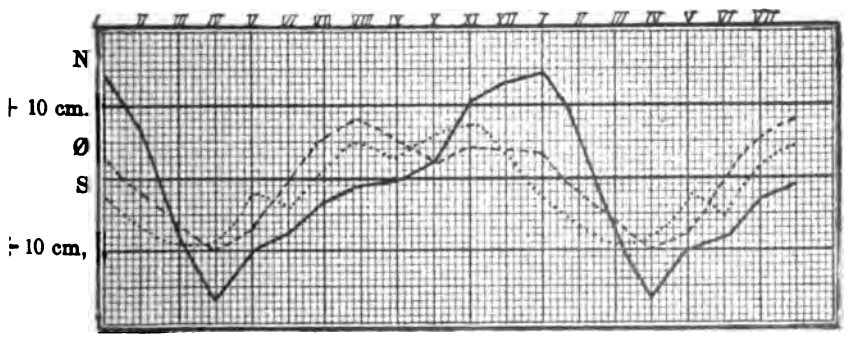


Fig 1. N — Norske hav, Ø — — Østersjøen, S . . . Sydlige Norge.

Kattegat og Skagerak svinger rundt Lindesnæs nordover. Stasjonerne imellem Arendal og Stavanger har kun utgit vandstandsmålinger for få år (1886—90 og 1881—85 med flere huller, for vintermånederne særlig), men kurverne viser sig dog tydelig nok at være sammensat av begge typer, dog med Østersjøtypen i overvægt, mest i Arendal (august og december maksimum like store), mindre i Stavanger, hvor allerede vintermaksimum (november) er størst.

Dette resultat, at Østersjø-flommen ikke alene virker ved Båhuslen, men kan følges rundt langs Norges sydlige kyster helt til Bergen, stemmer godt med hvad man kender til om den ret stærke kyststrøm her. Det er sandsynligt at den bestemmer vandstandstypen i væsentlig grad, helt til Atlanterhavsstrøm og stærk flobølge sætter ind, omtrent ved Stad.

Man kan altså samle dette resultat til følgende regel: den *årlige* vandstandsbevægelse ved Skandinaviens kyster viser to bestemte typer — med fælles minimum i april —: 1) den *nordatlantiske* ved Norges nordlige kyster med vintermaksimum; 2) den *baltiske* ved Sveriges kyster med høstmaksimum. Denne sidste fortsætter også langs Norges sydlige kyst, rimeligvis til Stad, idet overgangen sker efterhånden gennem kombinasjon av begge typer.

Undersøker man nu imidlertid de enkelte måneders middelvandstand ved en stasjon gennem en række år, så viser det sig at disse årskurver — med amplitude av 15—30 cm. — kun er gennemsnitlige, og at månedens avvikelser fra typen til begge sider kan nå en lignende størrelse, 20 cm og deromkring. Man kan derfor heller ikke ved at bestemme en hel måneds middelvandstand komme til noget sikkert resultat om hvad der på et sted er den virkelige strandlinje.

Sammenligner man nu igen de *forskellige års middelvandstand* viser der sig også her store vekslinger. For de norske stasjoners vedkommende er iakttakelsestiden altfor kort til at man kan dra nogen sikre slutninger. Vi er væsentlig indskrænket til hvad man kender fra Østersjøen, og kan da for alle detaljer henvise til Siegers uttømmende monografi.

Det viser sig at forskellen mellem middelvandstanden i to påfølgende år kan nå op til hele 24 cm. (Stockholm 1874—75). Selv et helt års middelvandstand slår altså ikke strandlinjen fast med mere end høist 10 cm. nøiagtighet i Østersjøen. Da amplituden i de kendte rytmer og avvikelserne fra disse er fuldt så store ved Norske havet — forskellen i samme måneds middelvandstand kan gå op til 50 cm. — kan man neppe være i tvil om at årets gennemsnitlige vandstandshøide varierer stærkt også her. De foreliggende observasjoner fra nordlige Norge omfatter få år, hvor ovenikøpet enkelte måneder ofte mangler, og instrumentfeil er som nævnt ikke usandsynlige. Ved at interpolere efter de øvrige år ved lakunerne får vi følgende række middeltal av årets avlæsninger (antal interpolosjoner tilføiet årstallet i parentes):

Trondhjem:	1872 (2),	73 (4),	74 (2),	77 (1),	78 (3),	80 (3),	81 (3)
	226	225	240	225	227	222	217
						Største forskel	22 cm.
Kabelvåg:	1881 (3),	82,	83 (3),	84,	85		
	206,	214,	208,	203,	212		11 —
Vardø:	1881 (4),	82,	83 (4),	84,	85		
	215	221	201,	207,	208		20 —
						(uten interpol.	15 —)

Man kan således med bestemthet slutte, at man selv ved at finde et helt års middelvandstand ikke kan fastslå strandlinjen for en længere årrække endog ved det åpne Atlanterhav med større sikkerhet end 10 cm. eller så.

Sammenligner vi nu med dette resultat det tidligere utviklede om tang- og rur-randen, at det var al grund til at anta, at disse biologiske grænse, når de er skarpe og kraftige, på det enkelte givne sted er knyttet til en midlere vandstandsnivå med en nøiagtighet kanske større end 10 cm., vil vi få en klarere forståelse av værdien av gode tang- og rurgrænser for bestemmelse av strandlinjens forskyvning.

Vi får følge Siegers gennemgåelse av tabellerne fra Østersjøen nogle skridt længere. Efter Brückners metode sam-

menligner han dernæst grupper av fem år, *lustrer*. Også her viser der sig forskel, ulikheterne mellem de enkelte år utjevnes ikke hermed. Stockholm 1836—40 har 10 cm. høiere middelvandstand end 1841—45; oftest er dog forskellen ikke mere end et par centimeter eller mindre, Stockholm f. ex. 1861—65 15 cm. lavere end 1866—70; ved Båhuslen optræder neppe større forskel end et par centimeter.

At finde lovmæssigheten, rytmen, i disse langvarigere vekslinger i vandstanden falder ind under den opgave E. Brückner har opstillet sig i sit værk: Klimaschwankungen seit 1700. Wien 1890. På grundlag av et særdeles omfangsrikt materiale av observasjoner over fænomener der er avhængig av klimatet, av meteorologiske iakttakelser, av vandstandsmålinger i indsjøer o. s. v. tror han at kunne påvise en klimatologisk rytme på omtrent 35 år, en rytme som også skulde kunne påvises i Østersjøens vandstand. R. Sieger har (Seenschwankungen) mere specielt gennemgåt de forskellige skandinaviske data efter den samme metode og mener også at finde en lignende periode påviselig. Overensstemmelserne mellem teori og iakttakelser er dog ikke synderlig slående, trods de Brücknerske perioder tøies og forskyves adskillig. Og hvad særlig vandstanden angår så findes ved Stockholm:

Brückners tør-varm fase 1826—35: 4.162m 1856—61 4.053
— kold-fugtig — 1836—55: 4.108 1866—85 3.971

Altså lavere vandstand i kold-fugtig perioder.

Ser man på en kurve over middelvandstanden i Østersjøen (ved Stockholm) for årene 1774—1890 (snl. Sieger l. c. Tabel II), får man dog indtryk av, at selv om der ikke kan påvises en sådan regelmæssig rytme, så er der dog en vis sammenhæng i bevægelsen, det svinger sjelden umiddelbart fra den ene ytterlighet til den anden. Det kan vel heller ikke nægtes at Brückners teori om mere omfattende klimatologiske bølger forøvrig til en vis grad er sandsynliggjort. Neppe i den form at der gives bestemte, regelmæssig gældende rytmer, men vel så, at der, som på så mange andre felter, så at si oparbeides en stigende spænding i naturens spil av

kræfter, som så igen utløses ved en naturlig reaksjon. En mer eller mindre utpræget „Schwankung", et bølgeslag må herved fremkomme. Søker man så en meteorologisk faktor som kan tænkes at være bæreren av så langsomme virkninger, som utløses i perioder på 1/8 hundredår, har man neppe meget andet at holde sig til end de store havstrømme, som i retning og styrke jo samler op årrækkers gennemsnitsarbeide. — Den for Europa vigtigste av disse er den store nordatlantiske, „Golfstrømmen", som sætter ind mot Norges kyst fra Stad og nordover. De månedlige og årlige variasjoner som er fundet ved vore nordlige vandstandsobservasjoner må stå i nærmeste sammenhæng med selve denne strøm, og deres årsaker må ha en vid virkekreds. Det spørsmål reiser sig da: vil man, ved fortsatte vandstandsmålinger gennem lange årrækker, her kunne finde igen de Brücknerske perioder, vil man i de langsommere svingninger som den store oceanstrøms forhold undergår*), kanske finde igen, klarere og enklere, de klimatbestemmende perioder, som kun utydelig og overdækket kan træ frem i de meteorologiske og beslægtede iakttakelser, hvor de uendelig vekslende og stærkt bestemmende lokale forhold på observasjonsstederne virker med? Sandsynligheten for at virkelig mere omfattende, langvarigere bølgeslag i klimatologien vil avmærke sig i vandstanden ved Norges kyster er særdeles stor **). Og på den anden side har man intet bekvemmere middel til stadig at følge forandringerne i denne store strøm end det enkle, at observere vandstanden. Selvfølgelig vil iakttakelser over temperatur og saltholdighet være av den største vitenskapelige interesse; men det rimelige er jo at man vil finde lovmæssigt sammenhæng her, og sådanne iakttakelser er jo meget kostbarere at få udført til stadighet.

I praktisk henseende skulde man med fuld grund kunne gå ut fra at regelmæssige vandstandsobservasjoner vil vise sig

*) Ved Kanalen (St. Malo) har man fundet en stadig stigning av vandstanden i 10-året 1874—83, en avtaken i det følgende.

**) Sammenlign. H. Mohn i Den norske Nordhavs-Expedition Chr. 1887.

av værd. Vore store periodiske fiskerier avhænger av forhold i havets strømninger som vi i de senere år begynder at få nogen forståelse av. Torskefisket har man fundet er avhængig av havtemperaturen, hvis sammenhæng med strømmen er git. Og strømmens forhold skulde man vente at kunne følge længere ut ved hjælp av vandstandsobservasjoner. Man har forøvrig fra gammel tid søkt at ta mærker for fiskeutsigterne efter høit eller lavt middelvand. Om sildefisket ved den sydlige kyst vet man allerede, at det avhænger i væsentlig grad av mægtigheten av det lag med baltisk, mindre saltholdigt vand som strømmer i overflaten. Da som vist vandstanden ved Båhuslen og vestover helt til Stad påvirkes av netop denne utløpsstrøm fra Østersjøen, skulde man i længere tids regelmæssige iakttakelser, hvorigennem man kunde eliminere de faste rytmer og tilfældige lokale indvirkninger, ha midlet til at følge denne overflatestrøms gang og mægtighet over vide strækninger og gi oplysninger, hvorved kanske kostbare temperaturlodnings-ekspedisjoner kunde spares. — Det er vel ingen grund til at dra i tvil at lignende lovmæssigt forhold, mellem vandstand og de havstrømninger som har indflytelse på sildefisket, vil kunne konstateres også ved Vestlandet og Nordland, at i det hele systematiske vandstandsobservasjoner (selvregistrerende sammen med uavhængige avlæsninger på absolut sikret skala) nødvendigvis må gå ind i en fremtidig, rasjonel forskning over vore rikdomsgivende kysthav. Fik man permanente hovedstasjoner ved Hvaler, **Kaholmen,* Tønsbergfjord (*Håøen), *Arendal*, *Kristiansand S., **Bergen*, **Aalesund, *Agdenes, **Bodø, *Kabelvåg* (*Ofoten?), Hammerfest, **Vardø*[1]) vilde man skape fremtiden et fast grundlag for disse praktisk-vitenskapelige undersøkelser. Og dermed vilde vort land — som en værdig fortsættelse af den store Atlanterhavsekspedisjon — bli istand til at yde det betydningsfulde vitenskapelige

[1]) Ved de uthævede steder har man tidligere observasjoner, ved steder med * kunde arbeidet vel let overtas av kystforsvarets faste, hvervede besætninger, ** betegner at havneanlæg foregår eller er påtænkt.

bidrag til oceanografien, klimatologien og — gennem spørsmaalet om landets hævning — geologien, som dets beliggenhet ved Nordsjø og Norske hav gir som nasjonal opgave.

Denne digressjon fra den teoretiske fremstilling skulde søke sin berettigelse i den tanke, at en appel til vedkommende autoriteter om mere fuldstændige vandstandsmålinger ved blot at vinde nogen anklang vilde bidra sit til løsningen av det problem som her behandles: Skandinaviens stigning.

Av de foreliggende iakttakelser ved Norske havet som i Østersjøen fremgår imidlertid som vist allerede nu med sikkerhet, at selv den årlige middelvandstand varierer temmelig betydelig i åpent hav, og at der også findes større bølgeslag omfattende flere år, Brücknerske perioder eller lignende.

Vi har således fundet at der i vandets stand ved vore kyster findes rytmerne: månebølgen, (30—214 cm. utenfor Østersjøen), solbølgen (10—60 cm.), årsrytmen (15—30 cm.), og kanske længere, mere utydelige perioder (på op til 10 cm.?), Når vi så husker på at disse rytmer uavladelig krydses av tildels like store virkninger fra mere uregelmæssige faktorer, nedbør, vind, lufttryk o. s. v., med stadig vekslende lokale særegenheter, vil vi forstå vanskeligheterne ved at fastslå strandlinjen, den linje hvori havets virkelige middelnivå i et længere tidsrum skærer landet, med sådan sikkerhet, at man kan konstatere virkelige sekulære forskyvninger av ringe utstrækning. Det er til de forsøk som er gjort herpå vi dernæst går over.

II. Sekulære forskyvninger av strandlinjen.

A. Norge.

1. *Vandstandsmærkerne fra 1839.* Ved den foregående fremstilling skulde vi ha vundet den oversigt over forholdene ved den evig vekslende havflate, som behøves for at bedømme vægten av de undersøkelser over strandlinjens bevægelser, som knytter sig til de *vandstandsmærker* der blev anbragt ved Norges sydlige kyst 1839, og siden igen efterset i 1865 og 1890.

Middelvandlinjen blev ved anbringelsen bestemt efter iakttakelse av „dagligt vand (almindelig flo og fjære utenfor springtiden) — i aldeles stille veir", i tiden forut for mærkerne sattes, omkring solhverv, mellem 8. juni og 4. juli. Av havnedirektørens cirkulære $^{16}/_{5}$ 1865 sees, at den forutgående iakttakelse av høi- og lavvand ofte skedde i ganske få dage, ikke sjelden kun en enkelt dag, eller middelvandstanden blev likefrem sat efter skøn. Særlig for mærkerne nordenfor Stavanger er observasjonerne oftest indskrænket til 1—6 dage. Selv om disse utførtes av kyndige folk, som kunde bedømme hvad der var *almindelig* flo og fjære, så gik ordren ut på at netop det ved undersøkelserne fundne flo- og fjæremål skulde avmærkes, og man kommer derved op i en ny usikkerhet: er det årligt middelvand 1839, er det almindelig sommervandstand, eller har man kun hvad der bestemtes efter enkelte mere tilfældige dage? Nu er det det at mærke, at efter de foreliggende vandstandsobservasjoner er juni-middel ikke

synderlig forskellig fra årsmiddel, oftest kanske litt lavere, mens derimot juli, hvorav en mindre del kommer med, er endel høiere. Det er derfor rimeligt at årsmiddel virkelig kommer ganske godt frem ved at ta middelvandstand $^{8}/_{6}$—$^{4}/_{7}$. Men variasjonen mellem de enkelte *dage* er dog også på denne årstid meget stor, og de iakttakelser som er gjort ved de forskellige mærker må derfor tillægges en meget ulike vægt efter deres varighet.

De i 1839 satte vdst.mærker falder i to grupper: 20 sydlige fra Fredrikshald til Stavanger, og — skilt fra disse ved omtrent 2 breddegrader — 7 nordlige ved Mørekysten fra Stad til Namsos. Det er naturligt at behandle dem hver for sig.

Sydlige gruppe: Mærkerne blev efterset første gang i 1865, 26 år efter anbringelsen, efter havnedirektør O. Rolls cirkulære $^{16}/_{5}$ 65 til samme årstid og under samme omstændigheter så vidt muligt. Det viser sig (tabel s. 20) at observasjonerne ofte nu strækker sig over noget flere dage, men det kan jo allikevel ikke være tvil om, at det også dennegang indgår adskillig skøn i det. Ser man nu på den forandring mdvdst. efter iakttakelserne har undergåt i forhold til landet mellem 1839 og 1865, så finder man ganske mærkværdig overensstemmende tal. På kun 2 undtakelser nær fandtes, at vandet stod 4—16 cm. *lavere* i 1865 end i 39, i hele 12 av 20 tilfælde netop 6—8 cm. Om man vil urgere tallene, kan man sige at der har foregåt en negativ forskyvning av strandlinjen, som vokser fra 5—6 cm. længst øst til 8 cm. ved Skiensfjordens munding, 10 ved Arendal, og så igen avtar til omkring 6 cm. ved Rogalandskysten.

Dette mærkværdig overensstemmende resultat er altså fremkommet ved aldeles uavhængige observasjoner ved 18 stasjoner langs dette kyststrøk. Utenfor regelen falder kun nr. 2 *Fredrikshald* ÷ 23 cm. — som fra 1865 opføres som „upåliteligt" og som kan skyldes lokale forhold indenfor det trange Svinesund — og 5. *Færder* ÷ 42 cm. — hvor mærket i 1839 sattes med „de på Søeklipperne almindelig fæstede

Norske vandstands-

Sted			Observasjonsdatum.		
	N. B.	Ø. f. G.	1839	1865	1890
Sydlige gruppe:					
1. Moss	59° 27′	10° 40′	(skøn)	?	—
2. Fredrikshald .	59° 8′	11° 23′	16 jl. ?	1—30 jl.	12 jn.—3 jl.
3. Holmestrand .	59° 30′	10° 22′	(skøn)	23 jn	[7. 30 jn. 91 / 13 jl.]
4. Tønsberg . . .	59° 16′	10° 24′	8 jn.—6. jl.	8 jn.—6 jl.	10. 14. 21. 27. 29. 30 jn. 1 jl.
5. Færder	59° 4′	10° 31′	(skøn)	19—21 jn.	1 jl.
6. Larvik	59° 4′	10° 3′	6. jl. ?	8 jn.—6 jl.	8 jn.—6 jl. 14. 20 jn.
7. Langesund . .	59°	9° 44′	1 jl.	1—31 jl.	1. 10 jl.
8. Jomfruland .	58° 51′	9° 35′	30 jn.	14 jn.—4 jl.	12 jl.—7 aug.
9. Kragerø	58° 52′	9° 24′	(skøn)	1 jn.—11 jl.	19 jn.—1 jl.
10. Øster Risør .	58° 43′	9° 14′	2 jl. ?	1—9 jn.	9 jn.—9 jl.
11. Arendal	58° 27′	8° 47′	(skøn)	1 jn.—1 spt.	7 jn.—4 jl. 8—15 jn.
12. Kr.sand S. . .	58° 9′	8°	13—22 jn.	15—30 jn.	22 jn.—4 jl.
13. Oksø	58° 4′	8° 3′	27—30 mai	14—16 jn.	15 jn. 4. 29. 30 jl.
14. Mandal	58° 2′	7° 27′	8 jn.—4 jl.	8 jn.—4 jl.	7 jn.—4 jl.
15. Lindesnes . .	57° 59′	7° 3′	18—21 jn.	?	10. 18. 23 25. 28. 30 jn. 1—3 jl.
16. (Farsund) . . .			—	—	—
17. Varnes	58° 11′	6° 37′	8—30 jn.	22. 26 jn.	[11. 15. 31 jn. 93 / 4 jl.]
18. Flekkefjord .	58° 17′	6° 39′	—	[28 mai 62]	14. 20 jn 2 jl.
19. Ekersund . . .	58° 26′	5° 59′	12—19 jn.	20 jn.—14 jl.	9 jn.—7 jl.
20. Kvitingsø . . .	59° 4′	5° 23′	—	[4 jn. 61]	17. 21. 25. 27. 29. 30 jn. 1 jl.
21. Stavanger . .	58° 59′	5° 42′	8. 15. 16. jn.	22 jn.	[? (i jn. jl. aug. 93)]
Nordlige gruppe:					
22. Rundø	62° 25′	5° 34′	4. 5. 7. 8. 18. 19 jn.	—	27 jn.—8 jl.
23. Ålesund . . .	62° 29′	6° 9′	18 jn.	31 jl. 14. 28 ag.	—
24. Kr.sund N. . .	63° 7′	7° 45′	4. 5 jn. 4. 6 jl.	?	—
25. Tyrhaug . . .	63° 19′	8° 14′	18. 20 jn.	28 jn.—2 jl.	—
26. Terningen . .	63° 30′	9° 3′	12 okt.	1. 2. 14. 31 jl. 29. 30 jn.	—
27. Agdenes . . .	63° 49′	9° 42′	8 jn.—4 jl.	2. 3. 10. 15. 18 jl.	26. 27 jn. 7—13. 24. 25. 27. 28 jl.
28. Villa	64° 36′	10° 40′	1 aug.	28 jn.—4 jl.	14. 20. 24. 25. 30 jn. 1—4 jl.

mærker 1839—65—90.

Dage observeret.			Forskel i vandstand.			Nr.
1839	1865	1800	1839–65	1865—90	1839–90	
?	?	—	— 5	—	—	1
1 ?	30	22	— 23	+ 3	— 20	2
?	1	[3—1891]	— 6	—	[1891 (—47?) —20]	3
29	29	7	— 7	+ 5	— 2	4
?	3	1	(— 42 ?	— 13 ?	— 55 ?)	5
?	29	20	— 16	+ 6	(— 10)	6
1	31	4	— 8	— 4	— 12	7
1	21	?	— 8	— 10	— 18	8
?	42	3	— 8	— 10	— 18	9
?	9	10	— 8	— 1	— 9	10
?	90	23	— 10	+ 8	— 2	11
10	16	10	— 14	+ 3	— 11	12
4	3	4	— 4	— 1	— 5	13
27	27	26	— 6	— 7	— 13	14
4	?	11	— 6	± 0	— 6	15
—	—	—	—	—	—	16
23	2	[4—1893]	— 6	—	[1893 — 7]	17
—	[1—1862]	3	—	—	[1862-90 —5]	18
8	25	29	— 5	— 1	— 6	19
—	[1—1861]	7	—	—	[1861—90 —10]	20
3	1	[?—1893]	— 7	—	[1839—93 — 14]	21
		[gnsn	— 9	— 1	— 10]	
6	—	11	—	—	— 16	22
1	3	—	± 0	—	—	23
4	?	—	± 0	—	—	24
½	4	—	— 11	—	—	25
1	4	—	± 0	(— 70 ?)	?	26
27 ?	7	13	— 21	— 9	— 30 ?	27
1	8	9	— 42	+ 15	— 26 ?	28

hvidspidsede Skiæl, [balaner?] i Linie med Stregen, Dagligvand Grønske i Underkanten", — altså rimeligvis nærmere høivandslinjen end mdvd., hvorved forskellen kanske reduceres med en 8—10 cm. Fra undersøkelsen i 1890 oplyses, at den klippe hvori mærket sattes helder en 45°, og at den lodrette avstand altså må måles med vater og lod — hvad man ikke vet noget om fra 1865. Fyrforvalteren bemærker da også, efter de meget vanskelige lokale forhold, at det er „høist tvilsomt om de hittil utførte observasjoner har været nøiagtige. Den iår [1890 ÷ 55 cm.] kan desværre ikke påståes at være aldeles nøiagtig". Iakttakelserne ved Færder bør vel derfor helt sættes ut av betragtning[1]. — 6. Larvik ÷ 16 cm. og 12. Kristianssand S. ÷ 14 cm. kan tænkes påvirket ved nærliggende store elves utløp, begge tilhører vel derfor den almindelige række, hvilket vel også gælder det litt for lave tal ved Oksø, Middellallet av de kun 8 km. skilte mærker Kristianssand—Oksø $\left.\begin{matrix} - \frac{14}{4} \end{matrix}\right\} \div 9$ cm. falder ihvertfald nøie ind i denne[2]. Når de to „upålitelige" nr. 2 og 5 ikke regnes med, viser således samtlige øvrige overensstemmende en negativ forskyvning på nær 8 cm. i 26 år.

Spørsmålet blir så hvorledes dette skal tydes. Det er sikkert at denne forskyvnings størrelse ligger temmelig nær den sandsynlige feil i bedømmelsen av mdvd. for det hele år, når dette, som ofte her, er bestemt skønsmæssig eller efter et par dages iakttakelser. Det gælder derfor utvilsomt om hver enkelt av dem, hvad det heter i „Vandstandsobservationer" I s. 9, at de „beror på et altfor ringe antal iakttakelser til at de skulde kunne tillægges synderlig vægt, hvilket også av havnedirektøren uttrykkelig er bemærket". Men målingerne får jo allikevel en ikke ringe vægt ved det faktum, at 3/4 av de aldeles uavhængige tilfælde gir harmonisk resultat, og fortegnet er ens i alle 20. Det strider da mot al sandsynlighetsberegning at dette kan bero på bare et slump.

[1] Efter velvillig meddelelse fra hr. fyrvogter F. Hytten stod „grønske og skæl" 21. aug. 1898 flere centimeter over „mærket fra 1865".

[2] Oksø måltes i mai 1839, og en korreksjon efter månedsmiddel vilde gi — 9 cm.

Efter al induktiv logik må man slutte at der ligger en reel faktor til grund. Hvad angår tallenes jevne størrelse må vel tas hensyn til at halvparten opgis i hele tommer (a 2'6 cm)., hvilket vel må antas at samle for meget om bestemt centimeter ved omsætningen, men idet hele må man allikevel få et bestemt indtryk av at det virkelig er lykkedes, ved få iakttakelser eller skøn, at bestemme den relative mdvdst. for de to år med en nøiagtighet av ganske få cm., og at den nævnte negative forskyvning på ca. 8 cm. må betegnes som en kendsgerning.

At der dog nødvendigvis virkelig må indgå adskillig slump i den nøie overensstemmelse i tallene viser sig imidlertid ved et nøiere eftersyn av observasjonstiderne. Når der f. x. ved 7. Langesund, som måltes i hele *juli* måned 1865, netop er ÷ 8 cm. som i 10. Øster Risør, der måltes i første uke av *juni*, må det nødvendigvis være et tilfældigt sammentræf, eftersom de fuldstændige observasjonsrækker fra norske vandstandsmålere viser at mdvd. gennemgående er 5—6 cm. høiere i juli end i juni, 8—10 cm. end i mai — hvorefter den relative forskel mellem de to stasjoner måtte ventes at være ca. 7 cm. Lignende ulikheter må også ventes for 1839, den store årlige rytme må øiensynlig tas med i betragtningen. Når målinger fra forskellige punkter av årskurver med amplitude på 20 cm. sammenstilles, kan selvfølgelig resultaterne bringes til at bli ytterst ulike eller meget like for forskellige steder ved at forskyve kurverne — uten at nogetsomhelst kan sluttes derav for det hele årsmiddel. For enkelte dage kan ved samme stasjon i juni måned avvikelserne gå op til 30—50 cm., så det også her blir godt spillerum for tilfældige sammentræf.

De fleste målinger 1839 og 65 blev dog gjort så nogenlunde samtidig, så denne mulighet ikke tilstrækkelig forklarer forholdet med den fundne ensartede forskyvning. Tænker man derimot over kvantiteten av denne, er det dog allerede klart at man ikke er berettiget til at slutte sig til nogen *permanent* forandring av strandlinjen. Den fundne, altså vir-

kelig sandsynlige, forskyvning ligger nemlig langt indenfor de kendte variasjonsgrænser for en bestemt månedmiddel i de forskellige år, som vi har set kan gå op næsten det tredobbelte. Hvad specielt Skagerak angår, viser de norske vdst. målere med sine få års observasjoner (Oskarsborg 10 år, Kristiania, Arendal, Stavanger 5) avvikelser for juni på 5, 24, 5, 10 cm. Ved de båhuslenske stasjoner har man avvikelser i juni mdvd. på op til 16 cm. mellem to påfølgende år. Størrelser altså i hvis række ÷ 8 cm. fulstændig naturlig føier sig ind. En forskel som den mellem juni 1839 og juni 1865 fundne beviser således *intetsomhelst* om nogen *sekulær forskyvning* av strandlinjen, den tydes utvilsomt naturligst anderledes: de norske vandstandsmærker siger simpelthen at man ved Norges sydkyst i 1839 i det hele havde 6—10 cm. høiere junivandstand end i 1865 — hvad der altså kan indtræffe i umiddelbart på hinanden følgende år.

Vi har ingen sammenhængende vdst.målinger i Norge for disse år at sammenligne med. Men vi har set at den årlige rytme i vdst. her havde Østersjøens type, at det er bevisligt at Båhuslenkysten også i årsmiddel følger Østersjøen. Sammenstiller vi også de ufuldkomne iakttakelser ved norske selvregistrerende apparater i dette strøk i løpet av 15 år med en samtidig Østersjøstasjon (Stockholm), finder vi at det også

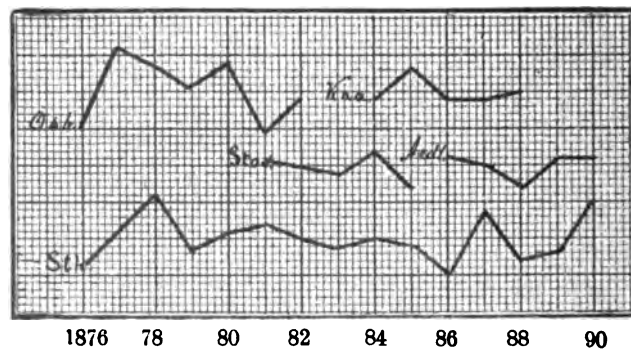


Fig. 2.

her i det store kommer frem en tydelig paralellisme, omtrent like tydelig som ved enkelte av de baltiske stasjoner indbyrdes. Både i måneds- og årsmiddel er det således tydeligt,

at det er Østersjøens utløpsstrøm eller i hvertfald dens regime der også behersker vandstanden i den sydnorske kyststrøm hvori den fortsætter sig, med en gennemsnitshastighet av 0.22m pr. sekund (ca. ½ knob Mohn,) Ved dette sammenhæng får det sin interesse at se hvorledes vdst. var i Østersjøen de to år, om høiere eller lavere end almindelig. For at få et middeltal at sammenligne med, hvor virkningen av mulig sekulær forskyvning er bortelimineret, må man ta gennemsnittet av like mange år til begge sider av det det gælder. Ved Siegers Tabel II (l. c.)finder vi at 1839 årsmiddel er 2 cm. *høiere* end 1825—38. 40—53 — trods den overhånds høie vandstand 1834—38 indgår i sammenligningen, mens 1865 er 5 cm. *lavere* end 1855—64. 66—75. Efter Mobergs tabeller (Öfversigt Finsk. Vet. Soc. Förhandl. B. 15 1873) var ved 4 finske stasjoner 1865 ÷ 6 cm. mot gennemsnit av de øvrige år 1858—72. Der var altså relativt mindst 7 cm. høiere mdvd. i Østersjøen 1839 end 1865. Nogen opgave specielt for juni måned har jeg ikke forhånden for 1839, men for 1865 kan man av Forssmans tabeller se at vdst. ved de 3 båhuslenske stasjoner, som er nærmest de norske, viser et junimiddel 1865 på ÷ 5 cm. i forhold til årets mdvst. (1852—75), mens det almindelige er — 2 cm. Altså var juni 1865 forholdsvis 3 cm. lavere end almindelig i forhold til året. Sammenligner vi direkte juni 1865 med de omkringliggende to 10-års junimiddel finder vi et underskud av 4 cm. (Koster og Vinga ÷ 6 cm., Hållø ÷ 1 cm.)

Det må i denne forbindelse mærkes, at også det tilskud til den ferskere — og derfor lettere — overflatestrøm langs kysten, som kommer til fra det skandinaviske nedslagsdistrikt som har utløp i Skagerak, må ha været ganske usædvanlig litet i 1865. Venern, samlebækkenet for det største svenske distrikt, havde 20 cm. *høiere* flom — der falder omtrent i tiden for vandstandsmærkernes observasjon — i 1839 end gennemsnit 1829—49, i 1865 derimot 74 cm. *lavere* end 1855—67. 66—75. Øiern, som samler nedbør fra Norges største distrikt havde endog 1865 188 cm. lavere flomhøide end gennemsnit av to omliggende 10-år (s. Siegers Tabel III). Det

er rimeligt at under slike omstændighoter må indtræde selv så store forskelligheter som 23 cm. ved Fredrikshald (nr. 2), og at de forholdsvis store avlæsninger ved Larvik og Kristianssand får sin naturlige grund i nærheten av store elve.

Når man da tar hensyn til: både at vdst. i 1839 var høi, i Østersjøen, at den i 1865 juni var lav i et i det hele lavt år ved Båhuslen, og at tilskuddet fra Götaelv, Glommen osv. rimeligvis var stort i juni 1839 og ihvertfald meget litet i juni 1865, så kommer vi til det resultat, at dette underskud for 1865 nødvendigvis må ha gjort sig gældende ved den norske kyst, ved en mindre overflatestrøm med ferskt vand og derfor lavere vandstand i forhold til 1839. Man kan neppe undgå den slutning at man, efter de foreliggende data angående fænomener som bevislig står i nærmest sammenhæng med vdst. variasjonerne ved Norges Skagerakkyst (Østersjøens, Båhuslenkystens, Venern—Øierns vdst.), på forhånd og med stor sikkerhet måtte anta en betydelig lavere junivandstand 1865, på det strøk hvor vandstandsmærkerne av 1839 var anbragte.

Og denne velbegrundede forklaring av den fundne forskyvning ÷ 8 cm. blir vel så sikker som ventes kan, ved direkte efterretninger fra folk som anbragte eller efterså mærkerne. Fra en av de vestligste stasjoner — hvor altså sammenhænget med Østersjøens forhold kunde være mest tvilsomt — Ekersund berettes uttrykkelig for 1839: „sidst i juni måned indtraf ualmindelig høit vande på grund av bygeluft [?] og indgående strøm [!] der kontinuerede til 12. juli", altså omtrent hele den bestemte observasjonstid. Og omvendt fra Kristianssand S., 15—30 juni 1865 „ualmindelig lav vandstand". Den opgivne forskel ca. 8 cm. — der altså ikke utgør det halve av kendte variasjoner for bestemt måned — er sikkerlig ikke mere end man skulde vente. Det er visknok kun det anvendte skøn over almindelig vdst. som har drevet tallet ned så langt, direkte måling uten utvalg av dage vilde rimeligvis git et endnu langt høiere tal.

Sålangt fra at sammenligningen 1839—65 ved de norske

vandstandsmærker skulde tale for en sekulær negativ forskyvning av strandlinjen taler den tvertimod bestemt for at *forholdene var fuldstændig ens.*

Vi kommer så til eftersynet av mærkerne i *1890.* De besvarelser på havnedirektør Rolls cirkulære 4/11 89 som indkom fra havnefogder, fyrforvaltere o. s. v. har jeg havt anledning til at gennemgå, og resultaterne har jeg samlet i tabel s. 20—21.

Det vil sees at der igen er noget fremskridt med hensyn til længden av observasjonstiderne for mdvd.-bestemmelsen, men at der dog endnu er flere, hvor den angivne vdst. kun er bedømt efter ganske enkelte dage (således nr. 3, 5, 8, 9, 13, 18). Enkelte mærker bør man strengt tat ikke benytte ved en beregning av vdst. forandringer 1839-65, da enten mærkerne sættes (11. Flekkefjord 1862, 20. Kvitingsø 1861) eller eftersynet skedde (3. Holmestrand i 1891, 17. Værnes 1893) et andet år end de øvrige. 1. Moss-mærket er forsvundet. Ved enkelte såes avstanden målt til *tallet* 1839, hvis høide over den vandrette linje for mdvd. må indføres, hvad jeg har kunnet gøre for 3. Holmestrand ved havnefogdens velvillige måling iår i den anledning. Både ved 5. Færder og 8. Jomfruland har jeg efter skrivelsernes form mistanke om samme feiltakelse. Ved 5. — som forøvrig i det hele som omtalt fra 1865 er litet at stole på — opgaves — 55 cm. lodret, hvad der med 45° fald i bergvæggen gir en længde målt langs denne på omkring 78 cm. til formodet middelvand, der igen reduceret med rurrandens avstand fra mdvd. 8—10 cm. lodret, 11—14 cm. skevt, blir mistænkelig nær de 63 cm. (1 alen) som tallet skulde stå over streken. Ved 8. Jomfruland måltes „gentakende gange" i juli—august, altså til en tid da der efter norske og båhuslenske målinger regelmæssig er ca. 10 cm. høiere vdst. end omkring solhverv, hvorefter de opgivne ÷ 18 cm. rimelig korrigeres til ÷ 28 cm. — hvad der igen er mistænkelig nær den avstand „vandmærket" er fra tangranden, 33 cm. Nærmere oplysning fra stederne herom har det ikke lykkedes mig at få. Dette er

selvfølgelig kun formodninger, men de berettiger vistnok et ? efter opgaverne fra disse steder.

Til gengæld har man daglige observasjoner — tildels til flere klokkeslet — fra den opgivne termin 1890 fra 2. Fredrikshald (her foreligger dog kun middeltallet), 6. Larvik, 11. Arendal og 19. Ekersund. Det blir derved muligt at følge vandstandens gang på kyststrækningen dag for dag i observasjonstiden 10. juni—4. juli. For at gi et bedre begrep om den daglige forandringer gives kurverne for mdvd. for de sidste tre steder.

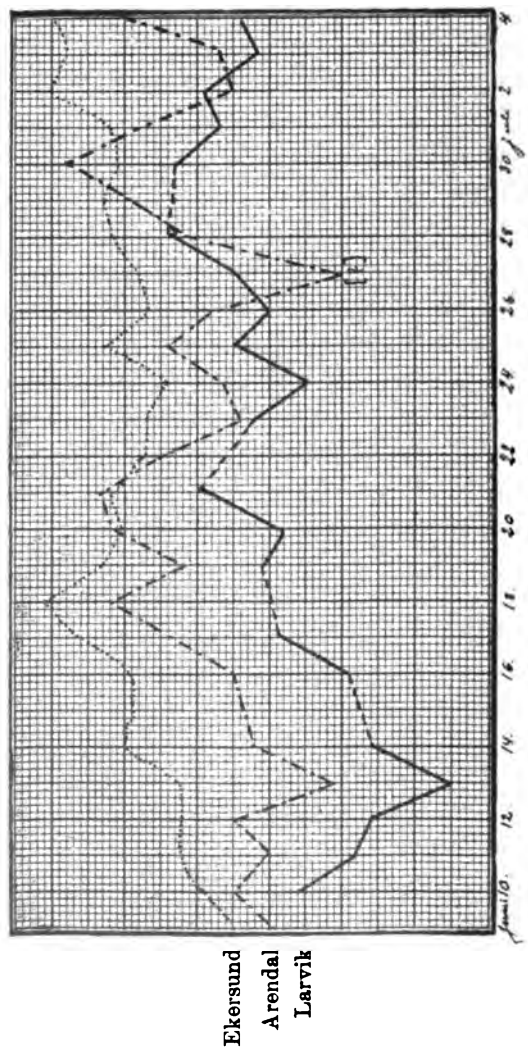


Fig. 3.

Det vil sees at svingningerne følges ad ofte på dagen langs hele sydkysten*). Men det vil også sees hvor fuldstændig resultatet av enkelte dages observasjoner avhænger av tilfældet. Når det f. x. heter fra 9. Kragerø at der blev observeret 3 dage i tiden 19. juni—1. juli, så ser man, under forutsætning av at vdst. svinger som middel av vdst. ved Larvik og Arendal, at man får en positiv forskyvning i forhold til tidsrummets middel, + 12 cm., hvis det var 21, 25 og 30 juni, en negativ, ÷ 1, hvis det var 19, 24, 26 juni. Et sådant eksempel kan være illustrerende for usikkerheten ved mange av de ved vdst.mærkerne av 1839 gjorte iakttakelser.

Ved en række mærker har man dog flere dages observasjoner. Man har videre den fordel, at man kan få et fast punkt at sammenligne vdst. med for en given årstid i to år, nemlig 1865 og 1890, i mærket fra 1839 — enten nu dette representerer det virkelige dagligt vand i dette år eller ikke. Det har derfor sine fordele at vende sig like til denne sammenligning, trods målingerne gik ut på at finde forskellen 1839—90. Ved det sted hvorfra de utførligste iakttakelser foreligger fra 1890, 6. Larvik, er man forøvrig likefrem nødt til at holde sig til 1865—90, da målingerne her i det sidste år kun skedde i forhold til vandst.mærket fra 1865, en indhugget linje „1′ over DV. 1865".

Man kan nu videre ved hjælp av de foreliggende observasjoner forsøke på at korrigere de ulikheter i iakttakelserne, som fremkommer ved forskellig tid — for månedsmiddel efter Båhuslen-rækkerne 1852—75 og særlig 1865, og efter de 25 års iakttakelser ialt ved Kristiania, Oskarsborg, Arendal og Stavanger, — for de enkelte dage 1890 i sammenligning med terminens middel efter kurverne for de tre fuldstændige rækker (nr. 6, 11, 19). Jeg har beregnet en sådan korrigeret række, som imidlertid ikke fører til jevnere tal, hellere omvendt, og hellere ikke kan tilskrives synderlig større sikkerhet. En detaljeret gennemgåelse av den indførte korr. for hvert

*) Arendal 27. juni—14. „synes mistænkelig, skyldes kanske en noteringsfeil".

enkelt tilfælde, der jo altid må bli en del skønsmæssig, har så meget mindre interesse som det samlede resultat ikke avviker væsentlig, således f. x. gennemsnitsforskellen for de 3 år blir uforandret. Da man så allikevel ikke kan fri sig fra meget væsentlige lokale avvikelser og daglige uregelmæssigheter, og da det viser sig at man ikke får jevnere tal, er de ukorrigerede tal kanske like pålitelige.

Som nævnt har observasjonerne fra de forskellige steder yterst forskellig værd efter observasjonstiden. Hvis man nu ved en sammenligning mellem 1865 og 1890 kun tar hensyn til de mærker hvor der i intet av årene gjordes observasjoner i mindre end 7 dage får man igen følgende:

	1865—90.	ukorr.	korr.
2.	*Fredrikshald* . . .	+ *3*	+ 8
3.	Tønsberg	+ 5	+ 5
6.	*Larvik*	+ *6*	+ 6
10.	Risør	— 1	— 1
11.	*Arendal*	+ *8*	+ 10
12.	Kristianssand . . .	+ *3*	+ 7
14.	Mandal	— 7	— 7
15.	Lindesnes?	± 0	± 0
19.	*Ekersund*	— *1*	± 0
		Gen.snit + 2 cm.	+ 3 cm.

Efter de 9 påliteligste iakttakelser kan man altså slutte at vandstanden de 4 uker omkring solhverv 1890 ved Norges sydkyst gennemsnitlig stod 2—3 cm. høiere end til samme tid 1865. Indskrænker man sig til alene de 4 fortrinligste rækker (trykt med kursiv), blir forskellen + 4 cm. (korrigeret + 8).

Usikkerheten av kortvarige observasjoner er så betydelig, at dette resultat utvilsomt må ligge sandheten nærmere end et rent kritikløst gennemsnit av samtlige observasjoner 1865—90, der gir gennemsnit ÷ 1 cm. Hvis man dog vil tillægge også de mere isolerede iakttakelser betydning, kan man gi avlæsningerne ved hvert mærke vægt efter det mind-

ste antal dage observasjonerne skedde der, i 1865 eller 90. Når Færder sættes ut, blir gennemsnittet da + 1 cm.

Positive værdier er især utpræget østenfor Kristianssand — hvor kun 9. Kragerø og det mistænkte 8. Jomfruland har ÷; vestenfor har man utelukkende negativ. Hvis man gør et skille her, blir resultatet mere harmonisk og kan formuleres så: vandstandsmærkerne i 1890 sammenlignet med 1865 viser, at vandstanden ved Norges sydkyst østenfor Kristianssand var 3—5 cm. høiere 1890, vestenfor kanske like meget lavere.

Til sammenligning med dette resultat fra de norske vandstandsmærker foreligger kun års- og junimiddel fra 1890 for Kristiania (Vandstandsobserv. V) samt årsmiddel fra Stockholm (Sieger Tab. II, d.) Ved velvillig imøtekommenhet fra Stockholms stads bygnadkontor kan jeg supplere Siegers tabel for de følgende år:

	årsmiddel	*junimiddel*
1890	3.917	3.96
1891	3.837	3.71
1892	3.868	3.87
1893	3.933	3.86
1894	3.888	3.78
1895	3.938	3.73
1896	3.866	3.85
1897		3.78
1898		3.83

Begge steder viser overskud for 1890 over nærmeste år, Kristiania + 3 cm. mot 1886—89, Stockholm + 4 cm. mot 1885—87 og 1890—96. Juni måned ved Kr.a + 2 cm., ved Sth. + 4 cm. over årsmiddel, mens regel 1774—1885 er ÷ 2, altså relativt til øvrige junimåneder + 6 cm.

Mens man efter Stockholm vandstandsmåler ved sammenligning med langvarigt middel finder for de 3 år

	1839	1865	1890
rækken for Østersjøen	+ 2*)	÷ 5	+ 4
får man ved Skagerak	+ 6	÷ 2	+ 2
eller så omtrent,			
(vestenfor Kristianssand kanske . .	+ 6	± 0	÷ 2)

*) rimeligvis for lavt tal på grund av den høie vdstd. de foregående år.

Overensstemmelsen er for Skageraks vedkommende så stor som den kunde ventes på grundlag av et så ufuldkomment materiale, fuldkommen så stor som den er fundet selv mellem Østersjø-stasjoner indbyrdes, eller mellem Østersjø og Skagerak, i de få år man har sammenlignende vandstandsobservasjoner. Men denne overensstemmelse er vel at mærke med en Østersjø *hvorfra enhver sekulær forskyvning er bortelimineret* ved den måte hvorpå mdvd. er bestemt.

For 1865—1890 likesåvel som for 1839—65 svarer „strandlinjeforskyvningen" ved de norske vandstandsmærker til de kendte svingninger i Østersjøen år til andet. De viser sig at ha motsat fortegn (efter de påliteligste iakttakelser ved Skagerak) i de ved fjærdingshundredår skilte år 1839, 65 og 90. Nogen *sekulær* forskyvning kan man ikke slutte derav, mere end av lignende „strandlinjeforskyvninger" i på hinanden følgende år. Tvertom, den fundne overensstemmelse med vandstandsforholdene i Østersjøen i disse år — sammenlignet med lange årrækkers normal mdvdst. — tyder bestemt på at strandlinjen ved den norske kyst ikke har undergåt nogensomhelst sekulær forandring i det sidste halve hundredår.

Nordlige gruppe. Skilt fra de sydnorske vandstandsmærker fra 1839 ved et langt sprang kommer de 7 nordlige, fra Ålesund til Namsos. Man er her i et strøk med 1—2m. forskel mellem flo og fjære, hvor mdvst. blir vanskeligere at bestemme, og hvor det blir end ugørligere end søndenfor at slutte sig til den med nogen nøiagtighet efter enkelte isolerede målinger av høit og lavt vand. Forskellen mellem to dage i samme måned kan ved Trondhjem nå op til 46 cm., mellem to 10-dage inden juni 14 cm., mellem juni i forskellig år 17 cm. Det er derfor på forhånd git, at en sammenligning mellem to år, hvor mdvd. i det ene tilfælde er bestemt ved en eneste måling av høivand og påfølgende lavvand, umulig kan tilskrives nogensomhelst betydning. Blot en enkelt sådan måling har man i 1839 ved 23. Aalesund, 26. Terningen, 28. Villa fyr, ved 25. Tyrhaug endog kun lavvandet den ene dag,

høivandet den næstfølgende. Den fundne forskel 1839—65 stemmer da heller ikke synderlig: ± 0, ± 0, ÷ 42, ÷ 11 cm. Kommer så hertil at man på grund av forskellig observasjonsmåned egentlig burde korrigeret disse tal, efter Bergen og Kabelvågs overensstemmende månedsforskel, til ÷ 6, + 10, ÷ 42, ÷ 11 cm., så finder man heller ikke nogen støtte for påliteligheten i et synderlig harmonisk resultat. Her må være lokale og tilfældige avvikelser i vdst., som vanskelig kan regnes med, når årets mdv. skal bestemmes. — Ved 24. Kristianssund N. tokes flere målinger 1839, men observasjonstiden 1865 er „ubekendt", ± 0, i 1890 ingen måling. Noget bedre synes de øvrige mærker. Ved 22. Rundø observeredes vistnok ikke i 1865, men man har 6 dages målinger i 1839 mot 11 i 1890, i begge tilfælde roligt veir og sjø, hvilket gir nogenlunde sandsynlighet for resultatet ÷ 16 cm.

Ved de tre nordligste stasjoner har man nokså mange observasjoner både 1865 og 90, hvorved påliteligere resultat skulde ventes. Men der viser sig også her allikevel adskillig usikkerhet. Ved 26. Terningen måltes blot flo og fjære 12. oktober 1839, så nogen direkte beregning 1839—65 eller 1839—90 ikke kan gøres med nogensomhelst sikkerhet. Det viser sig også at måtte være et eller andet feilagtigt ved mærket fra 1839, som kan ha git anledning til forveksling, hvad fyrforvalteren selv antar 1890. Det fandtes nemlig, at kun stormflo nådde op til hvad der troddes at være almindelig høivandsmærke fra 1839, en ca. 50 cm. nedenfor årstallet 1839 indhugget linje, som vel „fremdeles kan påvises men dog neppe observeres av nogen uten man nærmere derom underrettes". Dette noget tvilsomme høivandsmærke var 20 cm. over almindelig springflo 1890, 70 cm. over almindeligt høivand. Men var dette rigtigt, så måtte lavvandsmærket fra 1839 faldt omtrent ved mdvd. 1890, og maatte vel i så fald være opdaget ved det oftere foretakne eftersyn „så nøie som mulig" både sommer og høst. Men herom hører man intet. Dette gør det hele for tvilsomt, nogen forskyvning av strandlinjen på ÷ 70 cm. 1865—90 kan ikke bygges på denne ene iakttakelse. —

Også ved 27. Agdenes må der være tvil, trods de ret talrige observasjonsdage der opføres for alle tre år (27, 7, 13). Det oplyses nemlig at avstanden mellem høivands- og lavvandsmærket fra 1839 er hele 231 cm., hvad der neppe er tænkeligt for så langt tidsrum, når forskellen mellem flo og fjære i 1890 fandtes 139 cm., i 1839 ved Kristianssand N. 116, Rundø 120, Trondhjem 1872—78 199. Mdvd., beregnet efter de to linjer med 231 cm. mellemrum, 1839 blir 30 cm. høiere end mdvd. for 1890 med 139 cm. mellemrum, ÷ 21 cm. i 1865 og forskellen 1865—90, altså ÷ 9 cm. Begge mål blir vel dog under disse omstændigheter helst at opføre som upålitelige — som av havnedirektøren i 1865. — Det samme er også vistnok tilfældet ved det nordligste mærke, 28. Villa fyr, som også opføres fra 1865 som „upålitelig" ÷ 42 cm. For 1890 meldes om 8 dages observasjon høivand og lavvand, det første i gennemsnit 7 cm. over „mærket", det sidste 60 cm. under „mærket". Dette kan ikke være det samme mærke, da i så fald tidevandsbølgen kun blev 67 cm., hvilket neppe er muligt for 8 observasjonsdage. Det må være høivands- og lavvandsmærket fra 1839 for sig, hvilke dengang opgaves at stå 107 cm. fra hverandre; flo—fjære i 1890 blir da 174 cm., hvad der synes normalt. Forskellen mdvd. 1839—90 blir under denne forutsætning $\div \frac{60-7}{2} = \div$ 26 cm., mot ÷ 42 1830—65, 1839-års mdv. må i og for sig betragtes som tvilsomt efter én dags måling (ualmindelig småsjøet), men forskellen 1865—90 må opføres som nogenlunde brukelig + 15 cm. og stilles ved siden av det eneste ellers, ÷ 9 cm. ved 27. Agdenes.

De eneste blot tilnærmelsesvis sikre mål fra den nordlige gruppe av vdst.mærker falder begge indenfor de kendte variasjonsgrænser for juni måned ved nærmeste selvregistrerende apparat (Trondhjem); de har motsat fortegn for 1865 og 90, men antyder med nogenlunde bestemthet at 1839 var høiere end begge. Nogen lære om en sekulær forskyvning av strandlinjen ved Møre kyst kan imidlertid øiensynlig ikke bygges på disse få, meget usikre og litet overensstemmende iakttakelser.

Samler vi resultatet av denne kritik av de foreliggende

data angående vandstandsmærkerne av 1839, må altså for den *nordlige* gruppe gælde ubetinget havnedirektør Rolls bemærkning, at de „beror på et altfor ringe antal iakttakelser til at de skulde kunne tillægges synderlig vægt" — da de par stykker som har litt sandsynlighet for sig ikke engang stemmer overens, må man vel helst sige at de *ingen vægt* har for spørgsmålet om en sekulær forskyvning. — For den *sydlige* gruppe fra Rogaland til Svenske grænse fandt vi at undersøkelserne av vdst.mærkerne fra 1839 viser følgende:

1) forskel i middelvandstand omkring sommersolhverv

	÷ 8—10 cm.	1839—65	
	+ 3— 4 —	1865—90	ved
Skagerak, mens	÷ 2— 4 —	—	var

sandsynligere Kristianssand—Stavanger,

2) disse sandsynlige avvikelser er adskillig mindre end man kender selv mellem påfølgende år, med vekslende fortegn, ved alle vdst.målere, nogen sekulær forskyvning av strandlinjen kan altså ikke sluttes av dem,

3) forskellen mellem 1839 og 1865 ved den sydnorske kyststrøm svarer nøie til hvad man kunde vente efter Østersjøens relative stand i disse år, efter den lave junivdst. i Båhuslen og den usædvanlig ringe flom i Gloma—Gøtaelvs nedslagsdistrikter i 1865. For en sammenligning av 1865 og 90 foreligger ikke tilstrækkelige data for sidste år, men både Østersjøen ved Stockholm og Kristiania (Vdst.observ. V) viser noget overskud over middel, så det fundne positive fortegn ved bevægelsen 1865–90 stemmer med det sandsynlige.

4) De fundne vandstandshøider 1839, 65, 90 svarer således til hvad man efter de forøvrig foreliggende kendsgerninger netop skulde ventet, hvis strandlinjen har været fuldstændig uforandret.

Det samlede sandsynlige resultat av undersøkelserne ved de norske vandstandsmærker av 1839 er således:

strandlinjen ved Norges kyst har været konstant i sidste halve hundredår.

2. *Iakttakelser ved tilfældige vandstandsmærker.*

Vdst.mærkerne av 1839 blev anbragt for om muligt at få en løsning for Norges vedkommende på et længe omstridt spørgsmål: Skandinaviens stigning. Særlig den svenske literatur om emnet var allerede dengang særdeles betydelig, mens der for Norge kun forelå spredte bemærkninger, indtil B. M. Keilhau i 1836 befor hele kysten for at gøre iakttakelser og samlede det hele foreliggende materiale i en avhandling: „Undersøgelse om hvorvidt i Norge, saaledes som i Sverige, findes Tegn til en Fremstigning af Landjorden i den nyere og nyeste geologiske Tid", Nyt Magazin for Naturviskaberne B. 1. Chr. 1838 s. 105—254.

Keilhau søkte i dette arbeide — som allerede Leopold von Buch i sin „Reise durch Norwegen und Lappland". Berlin 1810 — at holde ut fra hverandre hvad der i nærmere forstand er geologiske mærker, de hævede terrasser, marine skæl, flytteblokker o. s. v,, „de blotte Natur-Monumenter", og hvad der „bestaar i directe Erfaringer og historisk Vidnesbyrd — — det være sig bekræftende eller benægtende".

Det er disse sidste som så får granskes, om man her kan finde sikre beviser for nogen forandring av strandlinjen. Det er naturligt, i tilslutning til undersøkelserne ved vandstandsmærkerne, først at behandle de som står i forbindelse med direkte personlige erfaringer og nyere historiske vidnesbyrd, og de ærkæologiske data for sig. Det er bedst at følge Keilhaus topografiske orden.

Personlige iakttakelser. Keilhau begynder med „A. Den sydostlige Afdeling af Landet". „Aldeles paalidelige *directe* Erfaringer over Niveauforandringer i Trakten haves saavidt bekjendt ikke, men en *Troe* paa „Vandets Aftagelse" finder man hos mange af Indbyggerne ved Kysten, saasom navnligen i Egnen ved Moss". Det samme synes at være tilfældet fremdeles, men kan her som andetsteds naturlig forklares ved de mange ting, som gør det til en iøinefaldende kendsgerning at landet i en tidligere, men nær geologisk periode har ligget under vand, hvad der uvilkårlig støtter

forestillingen om at hævningen fremdeles foregår. Som Keilhau uttrykker det: „Det lader sig ellers ogsaa tænke, at Mandens Overbevisning efterhaanden, kanske ham selv ubevidst, kan have udviklet sig hos ham derved at han dagligen oppe paa sin egen Ager og Eng saa fossile Søskæl" (s. 167). Av bestemte data kan jeg kun anføre et, som hr. Wankel, Kambo ved Moss, har git i et brev til Dr. Reusch 1893: „For ca. 50 år siden, i 30-årene — gik vandet aldrig over en fjeldknaus ved sjøen, men så nær ved dette som på nogen måte muligt," hvilket blev undersøkt for at kunne lægge en kalkovn med gulvet så nær vandflaten som det gik an. Vandet skal nu aldrig nå høiere op end 6—8", 17—23 cm., under gulvets nivå. Vi kommer straks til at tænke på hvad tidligere er nævnt om den ualmindelig høie vandstand netop i 30-årene — i Østersjøen 1831—40 7 cm. over 1826—30 og 1841—45, en mindre årrække 1834—37 var endog ved Stockholm 11 cm. høiere end de omgivende to 5-år (jfr. Siegers Tabel XXI, a). Vi kommer ved disse tal temmelig nær op mot den formodede forskel på ca. 20 cm., særlig da man vel neppe kan tro at ovnen blev lagt netop like i selve den kendte høivandslinje. Hr. Wankels personlige erindringer fra guttedagene, om nogle jættegryters forhold til sjøen, bestyrker også den den tanke at vandet stod høiere, og at denne kalkovn ved Moss virkelig viser kanske en decimeter høiere vandstand i slutten av 30-årene end i 90-årene, også inde i Kristianiafjorden — som længere ute ved vdst.mærkerne. Nogen sekulær, permanent forskyvning kan man selvfølgelige ikke slutte av dette heller.

Fra følgende avsnit: B. Sydlig Afdeling, fra Egnen ved Christiania til Lindesnæs, beretter Keilhau (s. 104): Spørger man nu ogsaa for disse Egnes Vedkommende først efter bestemt Erfaringer fra vor Tid om de relative Niveauforholde mellem Hav og Land eller dog efter historiske Data til Oplysning om denne Gjenstand, saa bliver det vil ligeledes her kun Lidet at anføre som Anledning til at formode en Forandring i disse Forhold, men dog noget Mere end ved det forrige Stykke". Han nævner „Ladegaardsøen, nu en Halvøe, før

en Øe, Bygdøe kaldet — hvor dog det forbindende eid er meget lavt og vokser stærkt i bredde fremdeles ved avsætning i phragmites-kærrene, så man let kan forklare hele eidet som opøiring. — Hvad Keilhau fortæller fra længere vest om seilløp hvor før større fartøier kom frem end nu, hører til en lang række formentlige beviser for landets stigning, som ikke kan tillægges synderlig vægt, da både begrepet „større fartøier" har undergået forandring, man har dem større nu, og da den velkendte stærke opøiring, avsætning av sand og ler nær elvemundinger inde i rolige viker, eller i sund mellem skær og holmer, stadig er i virksomhet. Sådan vel ved Bygdø, i Bliksund (s. 166) og mangfoldige steder ellers, særlig stærkt kanske nordpå, hvor tidevandsstrømmen transporterer uhyre masser. — Keilhau nævner videre vest fra dette strøk sagnet om at hollandske fartøier har gåt op til Holme kirke, Mandal, men dette sagn bærer tydelig præg av at være dannet om de hollandske vindusmalerier i kirken. Opøiring av elvmundingen har forøvrig vistnok også fundet sted. C. Det vestlige Kystland fra Lindesnæs til Trondhjemsfjorden. Det punkt Keilhau her særlig fæstede sig ved, var ved Ekersund, hvor allerede E. J. Jessen — i Kongeriget Norge, Kbh. 1763 — beretter om enkelte formentlige vandstandsændringer.

1) Nysund, det nordlige indløp, kunde for 50—60 år siden [= ca. 1700] befærdes med større fartøier, nu knap et litet skib varpe sig forbi en klippespids. På Keilhaus tid i slutten av 1830-årene heter det derimot, at Nysundstrøm „vel var til betydelig hinder — — dog efter mange gamle og erfarne mænd nu ikke mere end før". Løpet blev renset i begyndelsen av 50-årene til 3.5 m., mens det, efter velvillig meddelelse fra hr. lodsoldermand A. Birkeland, før dette var vanskeligt at komme gennem sundet med 8 a 9' dyptgående.

2) Mærra, en båe i vestre side av søndre indløp, skal efter gamle mænds vidnesbyrd, som nævnes av Jessen 1763, for ca. 60—80 år siden [= 1680—1700] ha ligget så dypt under vandet, at man kunde ro over den med en stor båt, mens den i Jessens tid lå vel 63 cm. (1 alen) over vandet i

godt veir. I 1839 lå den efter havneinspektør Schives hjemmelsmand neppe 63 cm. under vandskorpen ved almindelig høit vand, „uden at blive af Nogen saavidt Erfaring og Relation rækker, antaget at have undergaaet nogensomhelst Forandring i Høide eller anden Henseende“ (Keilh. s. 203). Hr. Birkeland meddeler 1898 at „gamle folk, som har færdes forbi den i alle sine dage, har uttalt, at den ved allerlaveste vandstand ikke er over 1 alen (63 cm.) over vandet“. Han selv har „vistnok passeret den de hundrede gange men har altid seet sjøen skvulpe oven den. Der kan efter min formening ikke med bestemthet påpekes nogen forandring med „Mærra“ i indeværende århundrede“. „Flere lodspensjonister mener samtlige at nogen mærkbar hævelse av kysten ikke har fundet sted. Trange og grunde sund, hvorigennem de stadig ror under sit daglige ørke, har den samme dybde nu som i deres barndom“.

Holder vi os til de direkte utsagn, væsentlig om Mærra hvor enhver tale om opøiring er utelukket, fortælles altså, at omkring 1680—1700 stod skæret ca. 100—120 cm. under vandet, noget før 1763 60 cm. over det, 1837 en 50 cm. under almindelig høit vand, 1898 60 cm, over vandet ved allerlaveste vand. Forskel mellem flo og fjære er ved Stavanger (Vdst.observ. IV, 124) 43 cm., mens lavest vand kan gå ned til 60 cm. under mdv., høieste op til 80 cm. over. Hvis man gik ut fra at det var mdv., når ikke andet er bemærket, fik man med Mærra som 0-punkt

c. 1690	c. 1760	1839	1898
+ 100—120	÷ 60	+ 40	+ 10

Da det årlige middel ved Stavanger måler, i de 5 år hvorfra observasjoner foreligger, ikke har varieret mere end 4 cm., skulde vi synes at være utenfor rækken her. Men den årlige variasjon er 20 cm. i månedsmiddel og hele 140 cm. mellem ytterpunkterne 1881—85. Og det er utvilsomt den rimeligste forutsætning at gå ut fra, at opgaverne om vandstanden som regel er ekstreme, således at det nævnes som eksempel på hvor høit vandet kunde stå, at det havde været muligt ved en leilighet at ro over det, ved en anden leilighet beskrives derimot mest muligt av Mærra over vand. Reducerer man efter

dette målene efter Stavanger-observasjonerne, får man

c. 1690	c. 1760	1837	1898
+ 30	+ 0	+ 20	+ 10

i forhold til Mærra, eller en vdst. reduceret til middel + 15, — 15, + 5, — 5 cm., hvorved variasjonerne blir størrelser av samme orden som de andetsteds observerede, Oskarborg 13, Bergen 24, Trondhjem 18, Vardø 14 i løpet av få og almindelige, jevne år.

Selv om man ikke foretar hele denne stærke reducering, men tar middeltal mellem den således korrigerede vdst. og den mindre sandsynlige første, får man tal: + 50, — 50, + 10, — 10, som ikke blir utænkelige med uforandret strandlinje under ualmindelige variasjoner i vdst. Nogen permanent forskyvning av denne kan man i hvert fald ikke slutte sig til efter de fundne ens store værdier med vekslende fortegn. — Fra Hardanger omtaler Keilhau (s. 205) at N. Hertzberg (f. 1759) i sin ungdom [= ca. 1780] havde hørt av en gammel mand om et overflytt skær som var kommet vandskorpen nærmere i løpet av et par snes år [= siden 1740?]. Længere nord minder Keilhau om Strøms beretning (Søndmørs Beskrivelse. Sorøe 1762—66) [altså fra ca. 1760], om at „de flade eller blinde Klipper i Havet, hvilke tilforn ei kunde sees eller bemærkes uden i den allerheftigste Storm og Søegang, som ikke tillod nogen Fisker at søge Havet, de give sig nu omstunder tilkjende i et maadeligt Uveir eller i saadan en Blæst, som ikke hindrer Sømænd fra at holde Søen". Strøm og Jessen stemmer således overens om at vdst. var lav ved vestkysten ca. 1760 eller muligens noget før. Fra 1836 opgaves fra denne del av landet til Keilhau kun, at der i de sidste 100 år var blit et omtrent 70 m. bredt og 1'5 m. høit eid på Håkensholmen, Ulvstein, hvor før kunde roes med båt (s. 207), hvad der kun beviser opøiring her ute mot havet. Videre berettes fra Krigsholmen ved Gurska (s. 208) at et sund som for 40—50 år siden [= ca. 1790] „laa kun meget sjelden tørt i den overordentlige Ebbe, Gjøfjæren kaldet som gjerne indtræffer i Marts, da Fralands-Vinde ofte blæse stærkt og vedvarende; nu derimod er Passagen for samme Slags Baade vanskeligere, og Sundet bliver oftere tørt i bemeldte Fjære

Grunden er fast Klippe, ikkun en S-formig Rende, som egentlig danner Baadløbet, er belagt med lidt Sand, som imidlertid ei skal have forøget sig".*) Opøiring er således dog ikke ganske utelukket. Leop. v. Buch fortæller (Reise durch Norwegen und Lappland II, 191, Ges. Schrifter II, 504), „Ved Bergen, i Søndmør og Nordmør har man mærket noget til vandets formindskelse, efter hvad amtmand Vibe i Bergen forsikrede mig — — klipper som ellers var dækket av vandet træder nu frem derav". N. A. Vibe var detaljør ved opmåingen 1781—87, så hans beretning vel gælder dette tidsrum.

3) Nordlige avdeling. På Ørlandet forsikrede man I. C. Fabricius (Reise durch Norwegen 1779) at klipper som erindredes for 30—40 år siden [= 1739—49] at ha været bedækket av vandet, nu selv ved høieste flo lå ganske tørre. Hertil bemærker Keilhau (s. 235). „Her frygter jeg have vi et Exempel paa hvor lidet paalidelige saadanne Udsagn kunne være", idet han går ut fra at strandlinjens konstans her er bevist, ved arkæologiske fund ved det tversover liggende Agdenes. Man ser imidlertid at Vibe og Fabricius stemmer overens om at angi lav vdst. 1779—87.

Fra det nordlige Norge fortæller Keilhau — i tilslutning til Everest 1827–28 og L. von Buch 1806-7: „Heller ikke den af mig foretagne Reise der gik lige til Finmarkens østligste Grændse, gav noget Datum til Bestyrkelse af Meningen om en Synkning af Søen eller en Stigning af Landet dersteds i vor Tid eller i de sidste Aarhundrede".

Under min reise for at sætte vdst.mærker i strøket Ranen —Lofoten 1894 samlede jeg en del beretninger om forandret vdst. fra lodse og fiskere, hvorav de som gælder fast fjeld her meddeles, ikke de mange der måtte henføres til opøiring:

Ved Ulvingen, Vega, fortalte lods Lorentzen at skær som for ca. 20—30 år siden [= ca. 1869] var umærkelige, nu synes.

*) Gø er anden måne efter julemånen; navnet gøfjæren er kanske fra før kristendommens indførelse, da julen var midt i januar, hvorved gømånen kom i marts, der oftest har årets minimum av vdst. trods april har lavest månedsmiddel. Navnet er ef. Ivar Aasen i bruk både i Bergens stift og Nordland.

I Strømmen, 1 mil indenfor Hemnes, Ranen, lå dengang lods Klæboes far — nu ca. 80 år — var ung [= i 30-årene], et skær, Strømholmen, som aldrig var tørt, nu stadig ved lavt vand. — Det var iøinefaldende i Hemnes selv, at de nyeste hus gik længere ned end de gamle, men på forespørgsel viste det sig, at de lå for lavt, de blev „utbløita" under høiere vandstand end almindelig.

Ved Huseby, Tombø, berettedes det, at i eierens bedstemors ungdom måtte man for stormfloden springe fra sten til sten, hvor nu var 93 cm. over tangranden. Dette var rimeligvis i begyndelsen av århundredet, men bestemt tidspunkt kunde jeg ikke få. — Ute på Trænen, i havbrynet under polarcirkelen, berettedes med stor bestemthet, at et skær (fast fjeld) Silstokken „trivdes". Det lå nu over vandet ved hver fjære, når det ikke var ualmindelige småsjøet, før kun ved særlig lavt vand. Mot min gætning at der kanske var mere tang på det nu, så det syntes mere av den grund, hævdede en meget gammel mand sin friske erindring fra han barn, for 74 år siden at han var med at ta skæl her, men at det var en ren sjeldenhet at dette lot sig gøre. Både for vel 20 år siden [= 1870] og 74 år siden [= 1820] skulde det altså være høiere vdst. end nu. — Toftbøen ved Bodø (bøe i Nordland = båe, oldn. bodi, skær eller klippe som rækker så nær til vandflaten at havbølgerne brytes derpå. Ivar Aasen) dækkes nu kun av springflo, før også av almindelig. Bestemt årstal fik jeg ikke i dette tilfælde, heller ikke for Købmandsbøen på Folla eller Falken i Tjeldsund; begge syntes mere end før. For sidstnævnte skærs vedkommende, som nu er opmærket, lot det dog til at der nu var mere tang på end før. — Det er sandsynligt efter meddelernes alder o. s. v. at den omtalte tidligere høie vdst. er at henføre til begyndelsen av 70-årene i disse 3 tilfælde. — Latmandsbøen ved Keø såes for 20 år siden [= 1874] ved almindeligt lavvand, nu før halvflød. Forholdene ved denne båe iakttas med stor opmærksomhet, da det er mærke på at man kan gå indenom Keøen når den er overflød. Forskel mellem halvflød og fjære

er ved det nærliggende Kabelvåg 100 cm. og forskellen i vdst. 1874—94 skulde altså være noget mindre end dette, Lignende berettes, men med mindre sikker tidsangivelse, ved Vestvågø. De lange grunde mellem Eggen og Jalvoldsgrunden — fast fjeld med sandbund mellem knausene — var farlige nu, aldrig før; likeså en sten i et sund på Moskenesøen — hvad der vel kan forklares ved større fartøier. — Ute på Røst var angivelserne sikrere. Hvalbeinskallen, fuldstændig bart hvitt fjeld, sees nu ved aller laveste vand, for 20 år siden [= 1874] aldrig. Væggeskær NV. for Vedø, Gravskær Ø. for Grav, Auskarholmen Ø. for Skomvær, Valskær, er alle blit græsgrod i sidste år. Steingrunden, bart fjeld ved Burholmen såes for 17 år siden [= 1877] kun sjøen skvulpe over, 1891 —92 bar. To sten mellem Stavøen og Præstholmen sees nu undertiden, aldrig før. Øira, efter navnet ikke fast fjeld, såes før kun ved lavest vand, nu flere fot i bredden. Natvikbøen i NV. viser sig tør nu ved fjære, før sjelden. På kystkartet (Generalk. B. 7. fra 1839, altså fra en tid da der søndenfor var høi vdst.) opføres den endog med ring omkring, som undervandsskær med 2 favne vand [?], var vel ihvertfald dengang aldrig tør. I 1815 gik båren op til raftet på en sjå (tørringsskær) som nu er 170 cm. over hvor sjøen kunde sees at slå.

Her på yterste spids av Lofotrækken har man altså talrige, koncise efterretninger om en tidligere høiere vdst. Kommer man over på utsiden i Vesterålen har man like avgørende data for umærkelig forandring. Ved Gerstad, Sortland, ligger to grunder, Lotterskæret, der er av løst materiale, og Lotterbøen, fast fjeld som, også efter kystkartet, dækkes av høivand. Navnene viser at man her har sådanne skær som sælen pleier at trække sig op på ved lavvand, men navnene er så gamle at denne betydning ikke engang opfattes nu —; det berettedes imidlertid at det ikke var frit for at der ligger kobbe på dem den dag i dag — altså umærkelig forandring i meget lang tid. — Længere nord har man ved Risøhavn, Andøen, ifølge et brev fra hr Wilh. Nagel til Dr. Reusch en 120 års bygning [altså fra omkring 1772] som ligger ca. 63 cm. (1 alen)

over sjøen ved almindelig vdst., men ved høieste springflo, når uveir indtræffer, 1 a 2 gange om året går sjøen like under gulvene. Nogen nævneverdig synkning av bygningen skal ikke ha fundet sted, det kan derfor vel ansees for sikkert at huset har været opført under en tid med *lavere* vdst. end nu. Det samme må forøvrig også ha været tilfælde med et gammelt nøst længere syd, ved Reppe i Tjongsfjord, hvor man ved høieste flo kan ro ind. Det er neppe tænkeligt at det har været bygget på en tid da vandet ofte gik så høit; nogen anden opgave over alderen end at det var over halvhundrede år kunde jeg ikke få.

I Finmarkens amt kommer vi så til Alten. Spørgsmålet om landets stigning her har allerede git anledning til nogen diskussjon. Dr. Reusch gav, først i Naturen 1889, siden i „Det nordlige Norges geologi" udg. N. G. U. 1891, og endelig i Morgenbladet 1893, nogle meddelelser om en formentlig meget stærk stigning. I 1844 skal lensmand Klerck efter opfordring fra Lilliehøøk ha sat et vdst.mærke i tangranden i en lodret fjeldknaus ved ved Bossekop, Alten, 3 seks tommer dype borhuller med 6 tommers mellemrum. Nogen sådanne kunde hverken hr. skogforvalter A. Hagemann 1891 eller jeg 1892 opdage, trods nøie undersøkelse; derimot fandtes i denne fjeldknaus en jernbolt i 1.1m. høide over tangranden, og i 80-årene skal Klerck erklæret denne for sit mærke fra ca. 40 år tidligere. Dette — mener Dr. Reusch i Mrgbl. — skulde være det bedste mål vi hittil har på hvad han betragter som temmelig sikkert, at „i det nordligste Norge hæver landet sig forholdsvis raskt". I Mrgbl. 7—3—93 bemærkede jeg til dette følgende — som gentakes her for at bli tilgængelig i den vitenskapelig literatur ved siden av Reusch's tidligere nævnte bemærkninger om stedet: „Det mærke som Dr. Reusch går ut fra som mål for stigningen, er sat i en klippevæg på den fjeldknaus, der nordenfor Altens kirke avbryter den lange rullestensfjære her for enden av den brede Altenfjord. I denne fjære ligger flere nøst, somme er temmelig gamle og temmelig nær sjøen. Det falder da naturligt at sammenligne

deres alder og deres høide over sjøen med det mærke lensmand Klerck skulde ha latt sætte i 1844 i tanggrænsen. Like *østenfor* omgældende fjeldknaus lå der (1892) et reisværks nøst der øiensynlig var særdeles gammelt, men som oplystes at være flyttet til sin nuværende plads i 1858, 14 år efter 1844. Nøstet ligger nu kun 1.6 til 17 m. over tanggrænsen og var kun ved den ca. 6 m. ganske flat fjære skilt fra den remse med temmelig frisk tang som de sidste storme havde skyllet op. Like vestenfor fjeldknausen ligger et gammelt nøst, „Langnøstet", som eieren, en gammel mand, med fuld sikkerhet kunde sige var meget ældre end 1844. Den opskyllede tangremse nådde her netop op til nedre tømmeromfar, der ligger omtrent 1.7 m. over den noget usikre tanggrænse på rullestens underlaget. Tømmeret og gulvbjælkerne viste at nøstet selv ikke kan ha sunket mere end et par decimeter i det allerhøieste. — Tænker vi os nu landet sænket de 1.1 m., som Dr. Reusch antar som det bedste sikrede stigningsmål i Finmarken, kommer vi til følgende resultat: Man har i 1858 sat op et nøst på det løse rullestens grundlag kun en halv meter omtrent over tangranden der svarer så nogenlunde til midlere havstand [her på flat fjære]. Høi vandstand når overalt i Finmarken adskillig mere end en halv meter over tanggrænsen, og svær sjø vilde slåt høit op på den lave bygning. Hvis man havde havt en orkan som i ottiårene i en tid havet stod så meget høiere, kan man være ganske sikker på at alt vilde strøket med. Fundamenterne under et trankokeri like ved, Langnøstet [sml. billedet i Det nordlige Norges geologi s. 107, hvor Langnøstet er længst til venstre, trankokeriet længst til høire] blev ved den sidste orkan fuldstændig ødelagt, trods det lå over 2 m. over den nuværende tanggrænse. — — Hvis tangstripen efter de større storme lå like høit over tanggrænsen som nu, vilde den ha ligget en halv meter over gulvet i Langnøstet. Dette er ikke et almindeligt båtnøst hvor sjøen jo kunde tænkes at ha gåt langt op over lunnerne, men det er bestemt væsentlig til opbevaring av fiske-børnskapen og lignende, ligger pålangs av stranden og er forsynet

med gulv. At denne bygning skulde være lagt således, at almindelig høi vandstand nådde op til gulvet og stormbåren høit over dette, er naturligvis liketil umuligt. Også et tredje nøst, Fogdnøstet vilde fåt sjøen 0.2 m. over dørtrinnet i dette tilfælde; også dette er ældre end 1844*). — Like ved tanggrænsen ser man stadig sten og fjeld tæt besat med rur, balaner, der danner en sammenhængende hvit stripe netop over tangen. Disse skæl holder sig svært godt i brændingen, selv efter dyret er dødt, og selv om brænding eller is kunde ha skuret dem væk fra mere utsatte steder under landets stigning, er det dog en nødvendighet at anta, at man måtte finde talrige rester av dem i mere beskyttede sprækker og fordypninger like over deres nuværende voksegrænse, hvis hævningen havde foregåt så raskt som 1 m. i halvhundrede år. Jeg undersøkte nu nøie flere fjeldknauser inde ved Bossekop, blandt andre netop den hvori det formentlige tanggrænsemærke findes, uten at finde spor enten av balaner eller andre fjæremærker ovenfor de nuværende. Som man ser, viser både mangelen på disse tegn og de gamle nøst med utvilsom sikkerhet, at en så stor stigning umulig kan ha fundet sted i det sidste halvhundrede år her inde i Alten. Den *jernbolt* der findes i den fjeldvæg, hvor efter opgaverne tanggrænsen skulde være avmærket med tre *borhuller* i 1844, kan derfor *ikke* være sat i tanggrænsen. — — Det er da også på forhånd klart at en slik stærk hævning som en meter i en mands minde er fuldstændig apokryf. Hvis den havde vedvaret i noget længere tid måtte man langs hele strandlinjen i løst terræng set tydelig hævede fjæreflater og på fast fjeld tydelige bånd av balanskæl over de levende. Og i alle praktiske forhold, i almuens daglige bedrift måtte en sådan rask hævning lat sig føle så håndgripelig, at man kan være stø på at man vilde havt en utallighet av ganske anderledes sikre mål end

*) Dr. Reusch nævner (s. 108) at en 74 årig mand erindrer, at vandet før ved storm og høi sjø gik ind i dette nøst, nu sker dette ikke mere. Dette kan antyde en høi vdst. engang tidligere f. x. i 30-årene.

disse her. Fra hver havn og hvert nøst, hvert skær og hvert sund vilde en intelligent befolkning, hvis hele liv er knyttet til sjøen, kunne hentet mærker på en stigning der dreiede sig om en tomme pr. år og 3—4 fot i mands minde". — Reusch indvendte hertil (Mrgbl. 9—3—93) at „nøstene står ganske løst på en rullestensfjære, og at denne, derved at bølgerne tumler mod stenene, måske stadig holdes i samme høide i forhold til vandflaten, selv om landet stiger". — Det synes dog litet sandsynligt at bygningerne på langs og på tvers av stranden, under en meters flytning skulde beholdt sin oprindelige lodrette stilling. Langt rimeligere synes mig da den gætning, at Klerck beskrev på forhånd som utført arbeide, hvad han havde tænkt at få utført senere, og at jernbolten blot står igen som en anviser til mærker — som aldrig blet sat.

Når Reusch (i Mrgbl.) fremsætter den formodning, at et skær i Porsangerfjorden, som et dampskib støtte på vinteren 1893, kan ha kommet så høit op ved landets stigning, så blev dette imøtegåt av en anden indsender i Mrgbl., der hævder at det er langt mere nærliggende at se forklaringen i et ufuldkomment kendskap til disse tidligere så litet befærdede farvand. Dampskibene har som bekendt fundet i senere år „hittil ukendte" grunde i selve Tønsbergleden, og ved Bjørn støtte, litt før jeg reiste i Nordland 94, et dampskip på et „ukendt skær", som det siden oplystes om, at to dampskibe allerede tidligere havde gjort bekendtskab med det.

De øvrige beviser Reusch anfører (Det nordl. Norges geol. s. 108—109) for landets stigning falder, som de allerfleste jeg hørte der nord, i to sæt — de som med lethet kan forklares ved opøiring, uten forandring av vdst. — jeg noterede flere eksempler på sådanne av meget store mål som gav et meget høit begrep om det sterke tidevands store transportevne — og de som falder i linje med de tidligere nævnte søndenfor med vekslende forandring i vdst. Til det første hører sikkert Berlevåg (s. 92 anm.), hvor havnen er blit grundere i de sidste år ved tilsanding, opøiring, hvilket uttrykkelig bemærkes av hr. overingeniør ved statens havnevæsen L. Meyer

(brev 14—6—98). Til det andet sæt derimot de iakttakelser som er gjort ved Røset grund m. fl. i nærheten av Kølnes om en stigning på omkring en alen i samme tid — hvilket altså nærmest kun taler for en ca. 60 cm. lavere vdst. i 1860 end i 1890.

Ved Vardø må en formodet stigning på 1 m. i 25 år (Reusch s. 89) sikkert være at tyde på det vis Reusch var inde på, ved en flytning av mærkerne (sten i fjæren) eller lignende. At båter ikke nu, men vel for 30—40 år siden, kan flyte ind til en kai i Østervågen, kan komme av den her vel kendte opøiring, men en vdst.forskel på det hertil tilstrækkelige mål 30—50 cm. 1890 mot 1850—60 er vel heller ikke i og for sig nogen utænkelighet. Det bemærkes at årets mdv. ved det selvregistrerende apparat 1881 opgis til 2.146 m., 1883 2.007, 14 cm. forskel inden de 5—6 jevne år målingerne har varet. Statens havnevæsen har imidlertid gjort undersøkelser med karttegning og arbeider ved det store havnevæsen her 1864—97 — se L. Meyer. Om Vardø Havneanlæg Chr. 1897 — men det har ikke blit opmærksom på nogen tilnærmelsesvis tilsvarende permanent forandring i netop disse 30—40 år. At der da virkelig kunde foregåt en strandlinjeforskyvning på ½—1 m. uten at bli påfaldende for ingeniørerne er utænkeligt. Det benægtes da også bestemt av L. Meyer (brev). Hans brochure indeholder karter over Vardø havn fra 1868 og 1897 i 1 : 6000 og 1 : 3750. Disse viser at det lave sandeid Valen, som skiller de to våger, har omtrent samme bredde med 30 års mellemrum, 70 og 80 m. mellem høivand, 150 og 130 mellem lavvandslinjerne. Fjærens fald utover til 3 m. (10′) kurve 1868 er kun 1 % gnsn. i 300 m. avstand, en hævning av 1 m. skulde øket bredden med ca. 100 m. på hver side, til det 3 dobbelte av før — hvilket karterne nægter. I Keilhaus tid lå byen tildels på Valen som nu, og for 300 år siden, ved Kristian den fjerdes reise til Finmarken, finder man aldeles lignende forhold.

Det heter i hans sekretær Carisius's reisebeskrivelse (trykt i Sammlung zur Dänischen Geschichte etc., B. 1 Kopenh. 1773):

Vardøen er et lidet omflødt stenrigt Land, og er fast ligere to Øer end een; thi på begge Sider indløber en Aae [våg], hvilken fordeler det i to Deele, at der ikkun er et lidet Steenkast tørt Land imellem. Den snevre Plads imellem begge Landene bruges til at tørre Fisk paa, og er dertil gjort mange Rekker . . . . Næst hos disse Rekker stode Ladeboder . . .“ At valen har vokset i bredde uten nogen hævning fra ca. 40—50 m. til 70—80 mellem høivandslinjerne er hellere mindre end man skulde antat, ved opøiring av sjøen, avfald fra fisket o. s. v.*). Det laveste punkt over ryggen lå i 1867 + 19.5′ over middellavvand, efter Ring & Borchgrewinks opmåling, altså 5 m. over mdvd (flo-fjære er almindelig 218 cm.), kun 3 m. over høieste registrerede vdst. (4/10 84). Stort lavere kunde den neppe ha været for 300 år siden, når hjeller og skjåer stod der på det smale, temmelig utsatte eid. Strandlinjen må altså ha været så nøiagtig konstant som man kan skaffe tænkeligt bevis for, siden 16de århundrede, og en netop indtrådt permanent hævning efter 60-årene er utelukket ved havnevæsenets iakttakelser — derimot ikke vekslende høide i mdvd. år om andet. — —

Hermed er vi kommet til ende med gennemgåelsen av de tegn paa forandringer i strandlinjen, som man har ment at finde ved skær som har hævet sig, og lignende tilfældige mærker. Fra den svenske til den russiske grænse omtrent har jeg søkt at samle dem, og fra hele den lange kyst finder vi beretninger om at vandet engang har stået høiere end nu. Men den forskyvning som skal til for fuldt tilfredsstillende at forklare de gjorte iakttakelser — når undtas da de enestående store finmarkske som med grund må sættes ut av betragtning — synes ingensteds at behøve at overskride en halv meter eller så. Ofte dreier det sig betegnende nok om forskel som mellem almindelig fjære og gøfjære, eller fjære og halvflöd o. s. v., ofte ikke større forskel end der er noteret mellem mdvdst. for måneder eller år ved over selvregistrerende

*) Navnet val = vaðill tyder jo på at ved nordmændenes første kendskap til øen var der — i hvertfald ved flo — kun et vadested.

målere fra deres kortvarige virksomhet. Og der kan mot disse beretninger — nu som da Keilhau reiste 60 år tidligere — sættes ikke alene en langt større række kendsgerninger —, ved gamle bygninger, nøst og brygger o. s. v. —, som gør en nævneværdig sekulær forandring i århundredet usandsynlig eller utænkelig, men altså også enkelte bestemte beviser for at der tidligere også har været tider med lavere vandstand end nu. Når disse beviser er forholdsvis så meget færre, så kan dette ha forskellige meget nærliggende grunde. Således den ting, at tanken om at havet tidligere stod høiere lægges til rette ved alle de iøinefaldende tegn på dette fra nærmest forutgående geologiske periode, og tegn som bekræfter dette fæster sig i den personlige erindring. Videre det, at hvad havet skjuler ved høi vandstand, skær o. s. v. tildrar sig ikke opmærksomheten så meget, som hvad der kommer frem ved lav; hus, nøst o. s. v, sættes almindelig i så sikker høide, at vdst.-svingningen ikke når op til at gøre en positiv forskyvning mærkelig. Videre det træf som synes at fremgå av målingerne av vandstandsmærkerne, at man netop i de år der blev gjort undersøkelser, 1865 og 90—94, har havt lavere vande end nogen tid forut. I dette sidste ligger vel også forklaringen til at jeg ved Nordlands kyst kunde samle adskillige beretninger om landets stigning hvor Keilhau i 1836 ikke hørte nogen.

Noget bevis paa en permanent, „sekulær" forskyvning av strandlinjen findes der således like så litt i disse tilfældige observasjoner ved skær, bygninger o. s. v. som ved de med hensigt satte vdst.mærker.

Det kan imidlertid ha sin interesse at samle de foreliggende beretninger om vd.standens bevægelse til en tabel for bedre at se om der viser sig nogen lovmæssighet.

Vandstand ved Norges kyst.			Klima i Europa.	
	[Temperatursvingninger if. Brückner (Köppen)].			
Observasjonssted	*Tid*	*Vdst.*	*Klima*	*Tid*
Ekersund (Jessen)	c. 1680—1700	+	●	1691—1715
Ørlandet (Fabricius) ca. 1739—49			⊙	1716—30
Hardanger (Hertzb. c. 1740)	c. 1739—49	+	●	1731—45
Søndmøre (Strøm c. 1750—61)	c. 1750—61	÷	○	1746—55
Ekersund (Jessen c. 1760)				
Andøen (Nagel c. 1772)			●	1756—70
Hardanger (Hertzb. c. 1780)	c. 1772—89	÷	⊙	1771—85
Bergens stift, Møre (Vibe c. 1778—87)			●	1786—90
Ørlandet (Fabric. c. 1779)			⊙	1791—1800
Lurø (beg. av årh.)				
Nordl. Norge (indir. L. von Buch 1806)	c. 1806—20	+	●	1801—20
Trænen (c. 1815)				
Røst (c. 1820)			○	1821—35
Ekersund (Mærra 1837)				
Fr.hald—Stavanger Vandst.mærker (1839)	1837—39	+	●	1836—45
Ranen (Strømsholmen 183?)				
Fr.hald—Stavanger (Vdst.mrke 1865)		÷	⊙	1846—70

Vega (c. 1869) Trænen (187?) Bodø, Folla, Tjelsund (c. 1870) Keö (1874) Røst (1874—77)	1869—77	+	● 1871—85
Mandal—Stavanger (Vdst.mærker 90) *) Røst (1891—94)	1890—94	÷	[○ 1886—95]

Det fremgaar da av denne tabel, at iakttakelserne fra de forskellige steder aldrig motsiger hverandre, men meget ofte viser overensstemmelser mellem flere, ofte fjerne steder. Man får derved en øket tillit til realiteten av fænomenet, vinder en grundet overbevisning om at kystbefolkningens beretninger er fuldt at stole på, når de som her omhandler bestemte tidspunkter, og skær etc. av fast fjeld, så opøiringen ikke forvirrer begrepene. Det viser sig videre, at fortegnene veksler nogenlunde jevnt, særlig i dette århundrede, hvor iakttakelserne er flere. Nogen sekulær strandlinje-forskyvning i bestemt retning træder ikke frem. Et ÷ er i almindelighet kun påvist ved en sammenligning med det forangående +.

Den fundne række er i tabellen stillet sammen med temperatursvingningerne i Europa, således som de opføres i Brückners Klimaschwankungen s. 232 (og for begyndelsen s. 265), væsentlig paa grundlag av Köppens materiale. Overskud av temperatur, der som Brückner andetsteds i dette værk viser, regelmæssig ledsakes av liten nedbør, er „trockenwarm", er avmærket med ○, underskud, altså også med større nedbør, „kaltfeucht" med ●. Der viser sig nu en aldeles slående overensstemmelse. Kun på et sted fins en avvikelse, Ekersund, c. 1760, hvor det vel er tænkeligt at de data Jessen i Kongeriget Norge 1763 bygger på er ældre end 1760, og undtakelsen altså forsvinder, men hvor det også er muligt at Ekersund følger de skandinaviske indsjøer. (Sieger tab. XX

*) Vdst. v. Skagerak + som i Østersjøen.

der også har ÷ i 1756—68. Men i det hele følges gennemgående + og ●, ÷ og ○: med andre ord vandstanden ved Norges kyst er høi i „kaltfeuchte" årrækker, lav i „trockenwarme" Den vekslende række + og ÷ kan efter klimatsvingninger vistnok utfyldes med største sikkerhet med de manglende led (5 av 14).

Ser man nærmere på varigheten av de enkelte klimaperioder, opstillet direkte efter observasjonerne femårsvis, findes denne meget vekslende (5 år 1 gang, 10 4 gange, 15 6 gange, 20 1 gang, 25 1 gang). Nogen tydelig rytme træder altså ikke frem, der kunde bære frem nogen teori om astronomisk årsak, regelmæssige vekslinger i solvarmen eller lignende som Brückner antar. Derimot viser det sig at være tilfældet, hvad jeg tidligere mere teoretisk opstillede som sandsynligt, at der er et sammenhæng mellem de store svingninger i vandstanden ved Norges kyst og de langvarige vekslinger i veirliget. Tabellens regel er for tydelig til at kunne skyldes tilfældige sammentræf.

De fugtige og (sommer)kolde perioder, hvortil høi vandstand svarer, må antas at ha lavt lufttryk ved kysten, og man opfordres derved til at undersøke hvorledes vdst. og barometertryk svarer efter de foreliggende nyere målinger ved Norges kyst. (Vdst. observ. og *H. Mohn* Klima-Tabeller for Norge. II. Lufttryk Chr. Vid.-Selsk. Forh. 1896). De daglige svingninger lar sig ikke følge nærmere ved de foreliggende data. For Skageraks vedkommende synes der heller ikke at være nogen tydelig forbindelse i månedsmiddel eller i den årlige kurve. En sådan er dog tydelig for de nordligste stasjoner, hvor Østersjøens regime ikke virker. Vårens lufttryksmaksimum og minimum i vandstand falder i det hele sammen, likeledes midtvinters minimums barometerstand og høieste vandstand. Kurvernes amplitude for Kabelvåg-Bodø og for Vardø angir en variering av 4—5 cm. vdst. med hver mm. lufttryk.

Også i årsmiddels variering synes der at vise sig lovmæssigt sammenhæng i de 4 år man har vdst.-målinger ved

disse stasjoner. (Sml. fig. 4). Størst forskel er her ved Vardø 1.4 mm. og 18 cm., ved Bodø-Kabelvåg 1.4 mm. og 10 cm. Når man vet at barometerforskellen mellem to år kan gå op til 6.5 mm. i Vardø, må man da kunne vente at langvarigere iakttakelser også vil kunne opvise en absolut foranderlighet i års middelvdst. på omkring ½ m. — Når vi så av Mohns tabeller finder at middellufttrykket for femårsperioderne i de 6 lustrer 1866—95 kan variere op til 1 mm., vil vel dette angi at man også i femårsperioden vil kunne finde forskel i vdst. på 10 cm. eller så ved Norges nordlige kyst, som vi kender det i Østersjøen. For perioder av samme orden som Brückners på 20—35 år vil

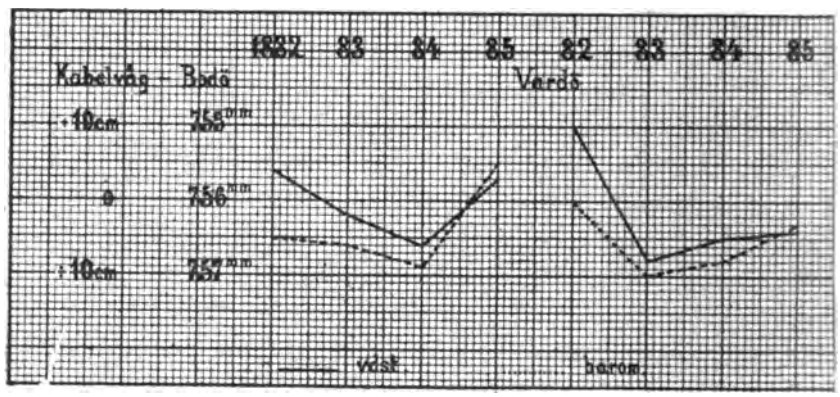


Fig. 4.

man vel også efter analogien kunne vente en lignende foranderlighet i vdst. Og her mener jeg altså man har grund til at anta at sammenhænget er væsentligt, at vandstanden står i sammenhæng med store bevægelser i den varme Atlanterhavsstrøm, og derfor må kunne bli en indikator for denne Nordeuropas store varmekilde. Svingningerne i klimat og vandstand peker på at det netop er i denne mægtige fordeler av solvarmen, der magasinerer op årrækkers solfeng, at der foregår en opsummering av spændingen, der utløser sig igen i langsomme, flere år varende svingninger. Den store betydning av fortsatte systematiske vandstandsmålinger ved Norges kyst for forståelsen av disse — til hvilke også så uhyre økonomiske interesser knytter sig — synes endmere ind-

lysende, når den nøie sammenhæng for lange vekslende perioder allerede blir iøinefaldende ved de rent tilfældige iakttakelser om vandstanden som er gjort ved skær, hus etc.

Resultatet av de iakttakelser angående forandring i strandlinjen som er gjort på denne mere tilfældige måte kan samles så:

1) Der synes efter talrige, uavhængige, koncise beretninger utvilsomt at ha været tider da havet stod høiere end i andre følgende.
2) Forskellen synes kvantitativt overalt at slutte sig til hvad der er observeret av variasjoner i vandstand for forskellige nær på hinanden følgende år eller måneder. De finmarkske formentlige iakttakelser som overskrider dette, kan ikke betragtes som pålitelige.
3) Da man både har talrige data for gamle nøst og brygger etc. der taler for en uforandret stand gennem lange tider, ved Vardø f. x. i 300 år, og tillike data der viser en lavere vdst. for over 100 år siden, kan man ikke slutte sig til nogen permanent „sekulær" strandlinjeforskyvning. Bevægelsen viser sig vekslende, og iakttakelserne taler derfor netop for strandliniens konstans.
4) De iakttakne langvarige svingninger i vandstanden viser sig at stå i sammenhæng med de kendte store klimatiske vekslinger, og må derfor sættes i årsakforbindelse med solfengens fordeling utover jordoverflaten gennem luft- og hav- (specielt da Atlanterhav-)strømningerne, hvori svingninger af flere års varighet må forekomme.

3. *Arkæologiske vidnesbyrd.*

Et godt skridt længere tilbake i tiden end gennem den direkte erindring eller mere historiske efterretninger kan man følge strandlinjens forhold gennem de spor mennesket har sat i de faste *arkæologiske* fund, hvis avstand for den nuværende strandlinje kan gi vigtige oplysninger. Vi skal også her følge den samme topografiske orden.

I Smålenene findes et stort antal *helleristninger* hvorav de aller fleste findes i en høide av 22—25 m. o. h., aldrig lavere.

Herved må, som bemærket av O. Rygh (Chr. Vid. Selsk. Forhandlinger 1873), strandlinjens høide være bestemt for deres tilblivelsestid i et nivå like under helleristningerne. Helleristninger av denne art betragtes som tilhørende såvel stenalderen som især og væsentlig den tidlige bronsealder, og den sandsynlige datering blir således for en strandlinje + 20 m: for 3—4 tusenår siden. Tænker vi os nu landet sænket disse 20 m., vilde store forandringer indtræde i det lave kystland her. (Sml. rektangelkartet). Grundfjeldsknausene nord for Svinesund, med gården Røs*nes* på nordspidsen — ca. 1.5 km. fra vandet nu — var en ø, og sjøen gik op til *Vik* — nn 2.5 km. inde inde i landet. Det høiere parti om Skeberg varde var neppe en ø, det var vel forbundet med fastlandet ved et eid — ved kirken over 30 m. o. h. nu — men har dog ø-navn — *Ullarøy**).

På den anden side av kilen havde man Þórs*ey*, der engang var skilt fra fastlandet ved et sund med et grundt vadested *Veel* (veðill) — nu navn på en gård 1 og 1.5 km. fra vand på begge sider. Også her har man en gård *Nes* 0.6 km. inde i landet. Kråkerøen var opløst i mange holmer — nu med „postglaciale" skælbanker omkring; en høi ø med Holtevarden var skilt fra den vestenfor ved Strål*sund* — nu lerland 0.7 km. inde. Østenfor og vestenfor Rolfsøen gik sund ind — det vestlige, hvor nu Kølbergelven går, med mange oer op mot *Strand* til *Neset* på en ø 7 km. fra Glommenmundingen, til *Kil* (en smal vik) — 1 km. fra Skinnerfloet og til Mas*anger* (angr = fjord). Begge sund gik sammen nordtil og fortsatte forbi *Straumnes* og *Strøms*haug — 2.5 — 3 km. fra vandet nu — som et smalt sundløp med stærk strøm og kanske en dybde av 12 m. over til Kråkstadfjorden. Om denne forbindelse mellem Kråkstadfjorden og Skinnerfloet fortæller *Klüwer* at der endnu i 1821 gik sagn. I det lave land her

*) Hvis da ikke det at navnet har fået formen Ull*erød* (i motsætning til Tors*ø*, Ons*ø* o. s. v.) skulde kunne tyde på at det oprindelig var Ullar*eid* efter kirkens situasjon. Sml. Båkerød-Bokareid). Herimot taler dog den middelalderlige stavemåte.

skulde der være fundet båter og større fartøier. Vestenfor havde man igen et trangt løp mellem holmerne, et „nor" ved *Nor*eim — 2 km. ind. Kurefjorden fortsatte forbi Viers*holm*, *Rodsnes*, *Ror* (róðr nemlig i betydning av hvor man ror til, lægger til med båt), op til *Pollen* — som nu ligger efter hverandre hele 2—5 km. indover; den gamle poll, „bugt med trangt indløp", helt oppe ved Rygge-raen. Disse navn som findes tolket i O. Rygh, Norske Gaardnavne I, Kra. 1897, utgør som man ser en hel række, der kun får forståelig betydning ved at anta en sådan adskillig høiere vandstand. Opgrunding alene kan ikke gøre det, skønt kanske de fleste steder — efter rektangelkart og jernbaneprofil at dømme — muligens ikke behøver hele 20 m., kanske ikke mere end 10—15 sænkning for at bringe topografien i overensstemmelse med navnene.

Man kunde nu mene at selve disse navn er tilstrækkelige til at bevise en negativ strandlinjeforskyvning i en meget nær fortid. Men da man har al grund til at tro — og ingen til at tvile på — at den skandinaviske race bodde her alt fra stenalderen av, så er det jo heller intet i veien for at anta at de skandinaviske navn skriver sig helt fra bosættelsen. Betegnelserne blir, som vist, kanske naturligst netop ved et nivå + 20 m. som avmærket ved helleristningerne, og navnene skulde derved kanske få en enestående datering, 1—2 tusen år f.Kr.

Nogen faste arkæologiske fund nær den nuværende strandlinje kan jeg ikke nævne med bestemthet. Nicolaysen omtaler lave stenrøser, der kanske som i det tilstøtende Båhuslen er grave fra tidlig jernalder og tildels synes at ligge lavt. Sikre, meget gamle spor av menneskets virksomhet like ved havflaten har man derimot ved bunden av Kristianiafjorden, hvor man i Oslo har fundet laft av tømmerhuse under ca. 4 m. kulturlag indeholdende to senere bebyggelsesnivåer — kun 1 m. over Kristiania nuværende havnemærke, altså så lavt som på nogen måte rimeligt at bygge ved nuværende vdst. Strandlinjens konstans er dermed utvilsomt fastslåt for en særdeles lang årrække.

I Vestfold har man igen navn som i Smålenene, der kun kan forståes med en høiere vandstand. 30 m. kurven på rektangelkartet går således indtil Ram*nes* 10 km. inde i landet, hvor navnet derfor vel betegner en omkring + 20 m. strandlinje i sten- eller bronsealderen. Syd på Brunlanes findes der derimot stenrøser fra bronsealderens slutning eller jernalderens begyndelse så lavt som man rimelig kunde lægge dem nu, kanske 2 tusenår gamle. Videre kysten langs. På Jerkholmen og på Justø ved Arendal ligger stenrøser i mindre end 6 m. høide o. h., og det er ifølge Keilhau (s. 166) ikke antakeligt at de blev lagt stort nærmere vandskorpen. „Båtstøerne" på Spangereid synes at ha stått for Keilhau som omtrent det bedste bevis for en stigning av landet i sen tid. Vi vet nu (O. Rygh, Aarsberetn. fra Forening til norske fortidsmindesm. bevaring for 1879) at det er stensætning om graver, og deres ringe høide over havet, mindre end 5 m., taler hellere for en konstant strandlinje, likesåvel som gravhaugen „Spangs grav" i omkr. 3 m. høide, der tilhører ældre jernalder, folkevandringstiden 3—500. Det laveste sted over eidet er ikke 3 m. høit, så selve navnet Spángar*eid*, som nævnes i sagnet om Ragnar Lodbrok og Åslaug, viser en meget liten hævning. Spång = spænde brukes i dialekterne om et isbånd mellem to land, hvad der minder om situasjonen med det lave, flate eid her, som efter gravene må ha eksisteret som eid allerede for ca. 1500 år siden. Noget vestenfor, i Vanse, har man en runeindskrift med den ældre runerække kun 2.5 m. o. h. — ingen påviselig hævning i 1200—1500 år. Værktøifund fra stenalderen på Hårknipsanden og Hanangermoen, Lister, har også en ubetydelig høide o. h., så hævningen helt fra den tid må ha været minimal. Det samme gælder Jæderen, hvor man har jernalders grave like i flomålet, værkstedfund fra stenalderen nede i fjæren, og hvor Reusch forøvrig fastslår hele den postglaciale hævning til kun 8 meter. På Karmøen ved Ferkinstad fandt oberst E. Lund (N. Nicolaysen, Norske fornlevninger, s. 339) i 1860 gamle nøstetomter — som ifølge N. Nicolaysen virkelig skulde ha været dette —

50 m. indenfor, 5 m. høiere end Hoptjern med en ryddet vei. Hoptjern (2.5 m. dypt) lå igen 1′ 8″ = 52 cm. over havet med forbindelse gennem en trang 10 m. lang kløft med store sten. Høideforskellen er ikke større end at den mulighet ikke er utelukket at nøstet var bygget under en Brücknersk høitvandsperiode som et sikkert skjulested. Men mere tænkeligt er det vel, at havet under sådant høivande her på yttersiden kan ha lagt op de store sten inde i kløften, tættet med sand, og dæmmet op den oprindelige *hop* = en smal vik av sjøen (Ivar Åsen), så den blev et Hoptjern. Det er formentlig samme sted Keilhau omtaler (s. 205). Hele slutningen om hævning er forøvrig jo bygget på en usikker grund, efter mundtlig meddelelse fra O. Rygh er det fuldt så sandsynligt at det har været almindelige hustomter, eller også her grav, ikke bådstø. På Bru indenfor i Boknfjorden har man helleristninger 4—5 m. o. h., altså maksimumshævning siden tidlig bronsealder 3—4 m. Ved Boknsundet findes (Keilhau, s. 204) „lige ved Strandbredden liggende Hobe af Kampestene som Kraft mener at have været et Slags Forskandsninger. Er denne Mening rigtig, saa kunne de tjene til Bevis imod Formodningen om en Stigning, foregaaet siden de anlagdes; thi Fjorden beskyller nu næsten deres Fod, saa at hvis denne Fod før havde ligget lidt lavere, maatte Ophobningen af Stenene være paabegyndt paa et af Søen overflydt Grundlag. Af Gravhøie findes i samme Egn flere ligeledes meget lavt nede ved Stranden (se Kraft IV, 260 o. s. v.).“ På Atløen, Askevold (Keilhau, s. 205) findes helleristninger: „Situationen er overhoved saadan, at der hvor Ristningerne staar, have de mageligen kunnet indhugges, om end Stranden og dens Klipper har ligget i et 10 Fod lavere Niveau end nu, men dette er dog ogsaa al den Formindskelse af Høiden, som det forsaavidt ifølge Beliggenheden kan være tilladt at antage. Vort Resultat bliver altsaa, at hvis nogen Stigning af Landet her har fundet Sted siden Indristningen af Figurerne, saa kan den ikke ha beløbet sig til meer end 10 Fod lodret, dersom ikke foruden Stigningen ogsaa en Synkning er foregaat i

dette Tidsrum. Omtrent det samme vil man slutte ved at betragte Situationen af et andet Oldtidsminde ligeledes i Askevold Præstegjeld, nemlig det bekjendte smukke Steenkors i Korssund. Videre mod Nord bemærkede vi paa en liden lav Øe nordvestlig ved Svanøe i Kind en i gammel Tid opkastet Steenrøs, som neppe laae mere end 12 Fod [= 3.5 m.] lodret over Flodmaalet." Fra Søndmøre nævner Keilhau at de gamle lendermandssæter Giske og Blindheim (på Vigra) ligger mærkværdig lavt — likesom Tjøttø længere nord; Giske på en liten ø (2.7 km^2.) som neppe når over 10 m. o. h., og et gammelt „Skibsstade" lå „neppe et par Fod lodret over det Punkt hvortil høie Flodstade naae, og hele Strækningen nedenfor var ikkun den blotte Rullesteensstrand, hvilken ned til det nuværende Fjæremaal var omtrent 16 Skridt bred." (S. 210). Ved Blindheim fandtes ifølge Neumann „flere ganske tæt ved Stranden forekommende Alderdomsminder". — Ved *Agdenes* findes endnu synlig ved lav fjære rester av havneanlæg fra kong Eystein Magnussøns tid — ingen forandring i nær 800 år. Keilhau mener i 1836 — c: med høi vdst. — at man „næsten hellere maatte blive tilbøielig til at troe at en Synkning af Grunden har havt Sted, end at den skulde være steget." (S. 213). — Munkholmen ved Trondhjem er, som allerede Everest har gjort opmærksom på, liten og lav, kun 8 m. over almindelig flo, og ligger i et bredt fjordgap hvor svær sjø under springflo vistnok vilde gjort det umuligt at lægge noget kloster her for over 700 år siden, hvis fjorden da stod bare et par meter høiere. Inde i Trondhjemsfjorden, ved Sakshoug Inderøen har man en gammel gravhaug like ved flomålet; ved Stenkær en stensætning (Keilhau, s. 234) ikke 3 m. over dette. — På Rødø fandt jeg en gravhaug 8 m. over tangranden, 3 stensætninger, „båtstøer", 6—7 m. Ved Ramberg, Flakstad, ligger en gravhaug like i flomålet.

Vi er hermed nåd henimot den nordre grænse for de faste fornlevninger. Kysten rundt den hele vei kan vi altså påvise sådanne like ved den nuværende strandlinje, som beviser for at den ihvertfald siden jernalderen ikke kan ha

undergått nogen nævneværdig permanent sekulær forskyvning. Når man tar i betragtning at disse fornlevninger ikke har været undersøkt med dette spørgsmål for øie siden Keilhau, at den her givne række utvilsomt kun repræsenterer en brøkdel av hvad der virkelig findes av gravhauge etc. nær stranden, videre at disse i og for sig ikke uten undtakelsesvis blev lagt nede i fjæren — så tror jeg der er avgit så gode arkæologiske vidnesbyrd som man på nogen måte kan vente hittil, for at strandlinjen ikke har undergått nogen permanent, positiv eller negativ, forskyvning siden jernalderen, den har, fra Kristianiafjorden til Lofoten ihvertfald, været konstant i det sidste tusenår, sandsynligvis også i det foregående.

At landet derimot i bronsealderen og end mere i stenalderen lå lavere, derom kan der ikke være tvil (saml. mine Strandlinje-studier). Men dermed er vi også kommet tilbake til hvad der også geologisk må betragtes som en tidligere periode.

4. *Geologiske vidnesbyrd.*

At den nuværende strandlinje har en ganske betydelig alder fremgår også med største sikkerhet av rent geologiske grunde. Ved flytning nedover lien gennem nedbør og frost, ved avsætning av elvegrus og slam, ved tidevandsstrømmens stærke transport, ved bølgeslagets mekaniske kraft, ved frostsprængningen sker ved strandlinjen et uavlateligt geologisk arbeide, hvorved denne mærkes av som en *sete*, enten opbygget av det fremførte materiale, eller utarbeidet i stedets løse lag, tildels endog hugget ut i fast fjeld, eller ihvertfald mærket, ved at bølgerne har tat ut fjeldstykker efter sprækkerne, slitt overflaten blank eller lignende. Når man nu færdes fjæren langs, især vest- eller nordpå, hvor strømmen er stærkest, kan man ikke undgå at bli slåt av hvor mægtigt og hvor fuldendt dette strandlinje-arbeide er. I løst materiale har man stadig nedenfor en mere eller mindre skarpt utarbeidet ryg en svakt skrånende fjære, seteflaten, med sand og blokker eller rullede fjæresten, oftest kanske på en 10—20 m. bredde, men også ofte bredere, med *Fucus vesi-*

colosus op til over midten og med samlet fald på 1—2 m., og så like ved laveste fjæremål har man seteknæet, hvor *Fucus serratus* især holder til, og så marbakken, setefoten, med fald på 20—40°, laminaria-beltet, den sublitorale region hos algologerne. Inde i vikerne, hvor sandet lægges fra i roligere vand, er fjæren bredere, med svakere fald, og ut mot holmer og skær bygges op valer fra nærmeste land. Her foregår den stærkeste opøiring nu. Utenfor fast fjeld med svakere fald bygges også op seter, mens de setedannende kræfter inde i fjordene ihvertfald ikke formår stort nu mot lodret berg med dypt vand utenfor. Ut mot det åpne har man dog også her tydelige mærker, hvor dragsuen tar ut svære blokker efter kløiven og ihvertfald gir det let kendelige korroderede utseende.

Det synes mig nu svært litet tænkeligt, at disse kraftig formede seter kan være bygget under en stadig sekulær bevægelse. Det må nødvendigvis ha tat en meget betydelig tid at arbeide ute og bygge op den brede seteflate nøiagtig mellem flo- og fjæremål. Under en stadig negativ forskyvning av strandlinjen kunde man ikke vente et sådant profil; bølgeindhugget ved flomålet måtte efterhånden træffe avlagringerne ved fjæremålet, resultatet måtte bli = 0, hvis akkumulasjon og erosjon var like, ellers måtte man i løst terræng enten få en skrå abrasjonsflate eller et skråt lag av strandgrus. At tænke sig at hele den svære sete flyttede med nedover under strandlinjeforskyvningen, uten at efterlate synderlig spor ovenfor, går dog ikke godt an, men dette tvinges man i mange situasjoner til ved forutsætningen om en sekulær sænkning av strandlinjen. Det gives ganske vist tilfælde hvor det kan være vanskeligt at skille den moderne strandlinje fra ældre ovenfor, i åpen situasjon med klapperstensfjære, hvor stormbåren kan lægge op vold høit over den almindelige, ute ved havbrynet, hvor de hævede gamle strandlinjer fra neoglacial og subglacial tid ligger lavt. Men regelen er utvilsomt at man kommer ned til den nuværende svære sete med en tydelig avsats som bærer meget få mærker av strandlinje-arbeide. Særlig ved de lange indre sundløp langs vor kyst falder den

store neoglaciale sete med næsten fuldkommen jevn fot av til den store moderne sete, og et sådant profil med kun to store trappetrin stemmer tydelig ikke med en fortsat negativ forskyvning.

Likedan ved de brattere fjeldknauser i åpen situasjon, man ser stadig tydelig en øvre grænse hvortil havets virkning ved nuværende vdst. kan følges, ovenfor mangler korrosjonsfænomenerne, som dog måtte ventes under forutsætning av fortsat negativ bevægelse. Jeg har noteret et lignende tilfælde i det små inde i Bratsund, Grønø (Melø), hvor kvartsårerne står skarpt frem en 5 cm. over marmoren i op til 5 m. høide over tangranden, i et belte som holdes omtrent blottet for vegetasjon ved skumsprøiten. Ovenfor var de ikke vitret frem, her stod endnu den hårdeste og den bløteste bergart i jevn overflate. Dette belte ovenfor kan altså ikke været utsat for atmosfærilierne på samme vis, strandlinjen har ikke bevæget sig langsomt nedover, men må nødvendigvis holdt sig overmåte lang tid som nu for at kunne fåt utpræpareret kvartsårerne.

Et andet særligt mærke på længere tids konstant strandlinje har K. Pettersen først blit opmærksom på i Salangen; en horisontal fure som fjordisen har gravet i berget langs et sund, hvor den hver vår ved isløsningen presses ut av den stærke utfaldende strøm. (Tromsø Museums Aarshefte, B. 2). Jeg har også set en lignende blankskuret hvælvet fure, omtrent i tanggrænsen, i det trange sund som danner avløpet for Stålsvikbotten i Malangens nordfjord. Det må nødvendigvis ha tat en overmåte lang årrække for at få gravet slike furer med fjordisens få dages arbeide årlig.

Mit indtryk — efter at ha set ret meget av strandlinjefænomenerne — av det langvarige arbeide de nuværende seters fuldendte former repræsenterer, har været så stærkt at jeg endog er blit ledet ind på den tanke, at det par tusen år som de arkæologiske data angir ikke forslår, at det derfor kanske var nødvendigt at ta interglacialt strandlinje-arbeide til hjælp — en tanke som jeg dog ikke vil hævde særlig stærkt. Men jeg skulde i hvert fald tro at enhver som forsøker at tænke

sig strandlinjen i stadig negativ bevægelse, særlig i Romsdalen eller Tromsø amt hvor de gamle hævede seters forhold til den nuværende er mest oversigtligt, vil føle umuligheten av at flytte den brede og øiensynlig også utadtil meget mægtige fjære, kraftig utviklet og skarpt tilpasset til netop nuværende tidevand, med i denne bevægelse eller at få det ovenforliggende jevnt avfaldende terræng til at passe ind i læren om en fortsat stigning av landet.

For mig er dette generelle geologiske argument, den nuværende setes stærke og harmonisk gennemførte utvikling, i og for sig et avgørende bevis for strandlinjens konstans i et særdeles langt tidsrum.

Observasjonerne ved vandstandsmærkerne fra 1839, tilfældigere iakttakelser ved skær og bygninger, arkæologiske vidnesbyrd og endelig det almindelige geologiske argument fra den nuværende setes energiske præg stemmer således overens i det resultat: strandlinjen ved Norges kyst har været konstant i et meget langt tidsrum; nogen sekulær bevægelse finder ikke sted, kun mindre forandringer i vandstanden med vekslende fortegn, der synes at stå i nøie sammenhæng med større klimatiske svingninger og at føie sig ind i række med de kendte rytmiske bevægelser — som en størrelse av samme orden.

B. Sverige og Finland.

Går vi over til den østlige side av den Skandinaviske halvø finder vi strandlinje-fænomener av et andet præg. Forskellen mellem flo og fjære er i Østersjøn meget liten, tidevandsstrømmen derfor umærkelig, heller ikke findes nogen kyststrøm som kan stilles ved siden av den vi kender fra den norske kyst. Derimot fryser ihvertfald hele den nordlige del av Østersjøen til hvert år, så man i havisen får en virksom faktor i strandlinjen, som regelmæssig mangler i Norge. Det er derfor naturligt om selve seten, den av strandlinjens geo-

logiske agenser utarbeidede form blir forskellig. Men hertil kommer en negativ forskyvning av strandlinjen, hvorpå beviserne her er iøinefaldende.

Forskyvningen, landets stigning er ved Bottenhavet så stor at den har mærkbar praktisk betydning. Byer i Norrland anlagt i en sen tid har ifølge Andreas Celsius (1743) måttet flytte utover, eftersom elvemundingen kom længere ut i skærgården, Piteå 5 km. efter 45 år, Luleå 10 efter 28. Ved den finske kyst tversover har det vist sig efter den store utskiftning av jordfællesskapet i slutten av forrige århundrede, at de opsiddere som tildeltes part ved flat strand med tiden vandt en uforholdsmæssig fordel ved den store tillanding. Det tilvoksede land blev i få år så betydeligt, at det av retfærdighetshensyn tilslut viste sig nødvendigt at foreta såkaldte tillandingsskifter og fordele det mellem de oprindelige lodder. *Wahlroos* (Fennia 12 no. 9) beregner således efter utskiftningskarterne at en enkelt by, Hvittisbofjärd nord for Bjørneborg, i 110 år (1784—1894) vandt 4 km². brukbar jord foruten et par km². sivgrund — ialt 667 hektar. Det vundne land skyldes selvfølgelig tildels opøiring, men de finske elve går altid gennem indsjøer eller i stille løp mellem strykene — således også Norrmarkselven ved Hvittisbofjärd og den større Kumoelv søndenfor. Hvad de så kan føre frem over disse klarekummer i løpet av et hundredår forslår ikke. Tillanding foregår desuten også langt fra elvemundinger og på øer ute i Bottenhavet. — *Högbom* (Geol. för. förhandlingar B. 9, 1887) gør opmærksom på at vegetasjonen bærer mærket efter strandlinjeforskyvningen, yterst ute på stranden langs Bottenviken vokser kun unge trær, først i en rand indenfor begynder trær på halvhundrede år og mere. — De ældste faste fornlevninger i Finland fins i svakt heldende terræng først 10 km. ind, i Vesterbotten er selv jernalders grave ikke fundet lavere end 9 m. o. h. (Högbom).

Alt dette er forhold vidt forskellige fra de norske — men altså netop som man skulde vente det under en fortsat forskyvning av strandlinjen. *Vattuminskningen, svenska vallens*

höining o. s. v. har da også forlængst tiltrukket sig den største opmærksomhet. Man se f. x. de historiske oversigter over spørsmålet hos *Holmström* og *Sieger*. Det er da allerede i 17 årh. gjort begyndelsen til en systematisk undersøkelse ved at sætte vdst.mærker, og disse er siden stadig øket og gentakne gange efterset. Fra midten av dette årh. har man endelig sammenhængende vdst.målinger. Man har således et rikholdigt materiale til at bestemme hævningens størrelse og hurtighet på de forskellige steder, hvorav det meste er behandlet av L. Holmström i K. V. Akad. Handlinger, N. F. B. 22. Som vist i første avsnit er imidlertid tydningen av de mange uensartede iakttakelser ved et snes vdst.målere og over 100 vdst.mærker gennem tiderne ikke nogen enkel sak, og der er desuten mange rytmiske og urytmiske bevægelser i vdst. at ta i betragtning, mangfoldige korreksjoner at indføre, hvis man skal søke at bortеliminere tilfældigheter ved tid og sted. Dette sidste svære arbeide har R. Sieger tat på sig, efter hvad han melder i „Seenschwankungen". Det kan selvfølgelig ikke falde mig ind at søke at komme ham i forkøpet, at foregripe resultatet av hans værdifulde undersøkelser på grundlag av et fuldstændigt, direkte indsamlet materiale. Jeg skulde forøvrig også være tilbøielig til at tro at de lokale og tilfældige avvikelser i observasjonerne vil vise sig så store og uberegnelige, at man ikke vil opnå nogen *væsentlig* større ensartethet i de korrigerede observasjoner, at derfor dette nødvendige og fortjenstfulde arbeide vil vise sig litet taknemligt. De store træk i strandlinjens bevægelse ved Østersjøkysten, må antas at træde frem i hvad der allerede foreligger, Sieger har også selv git et foreløpigt resultat i sit kart til „Seenschwankungen". Og det er disse store træk vi får søke at få øie på.

Jeg er da især for Sydsveriges vedkommende kommet til temmelig avvikende resultater. Efter min opfatning kan nemlig ingen av de observasjoner gælde, som Forssman, Holmstrøm og Sieger støtter sin antakelse på om en negativ forskyvning av strandlinjen søndenfor $57^1/_2{}^0$ N. B.

Varberg vdst.mærke sattes 28. jn. 70 som en lodret 30 cm. lang linje fra en vandret strek til tangranden, der — av en anden observatør — fandtes 22. nov. 88 „0.35′ lavere". Det kunde kanske være tillatt at tænke sig at der her forelå en nærliggende forveksling, så det skulde været at læse 0.35 m. og at der avlæstes fra den vandrette strek., der jo nærmest kan tas for vdst.mærke, hvorved forskellen blev 5 cm. istedetfor 10. Men selv om dette ikke kan antas, så må vi på forhånd gå ut fra at tangranden selv uten nogen strandlinjeforskyvning stod høiere i 1870 end i 1888. Tangvæksten må nemlig i væsentlig grad være bestemt av de nærmest forutgående 3 år, der (ved Vinga vdstmåler) før 1870 viste + 2 cm. over gennemsnit, før 1888 (Sth.) ÷ 1 cm., diff. ÷ 3 cm., ved Østersjøen (Sth. og finske stasjoner) ÷ 5 cm. Det er vel ikke utelukket at den relative forskel ved vestkysten kunde ha vist sig større end dette, hvis observasjonerne havde foreligget fra 80-årene, og at dette gir tilstrækkelig forklaring av den av to forskellige iakttakere fundne forskel i tangrandens høide*). Ihvertfald blir det under disse omstændigheter betænkeligt av denne ene måling at slutte sig til en sekulær stigning på hele 62 cm. — Om Ystad vdst.måler siger Holmstrøm: den her opstillede vdst.måler er flyttet flere gange, muligens har man ikke altid ved dette passet på at den nye måler har fåt nøiagtig samme nivå som den forrige. Kanske er der også sked sænkning i bryggen. På grund av dette kan man neppe tillægge de her siden 1752 gjorte vdst.målinger synderlig stor betydning — og den efter den opstillede sekulære forskyvning på ÷ 110 cm. er i og for sig ikke forenelig med byens og havnens øvrige forhold. — Ved Utklippan måltes ikke ved fast skala, men ved en stang som sattes ned i vandet i en fordypning i klippen — hvad der synes litt usikkert. Observasjoner gjordes kun april—september og september viser sig i flere år defekt og netop da med små

*) Ved Risør sattes i 1839 vdst.mærket 5 ctm. over tangranden, i 1898 fandtes det 18 cm. over. Forskellen — 13 cm. — skyldes, som vist, ingen sekulær bevægelse.

tal (1869—74). Tas ikke hensyn til disse år og heller ikke til det dermed isolerede og forøvrigt i og for sig abnorme år 1875 viser Forssmans tabel:

Grænse 1852—60 : 12.23′
— 1860—68 : 12.37′

altså en positiv forskyvning, + 4 cm., sekulært ca. + 45 cm. At tillægge Forssmans ÷ 67 cm. nogensomhelst betydning går under disse omstændigheter umulig an, særlig da det nære Karlskrona viser + 0 siden 1724. Ved Kalmar har man en hel række, tildels årelange observasjoner ved vdst.mærke (Skallö) „mot hvilke ingen anmærkning kan gøres" (Holmström), fra 1760, 1802, 1844, 1886 med forskel ÷ 0.01, + 00.2, ÷ 0.12 cm. årlig, langt indenfor årlige eller femårlige variasjonsgrænser — konstant strandlinje. Kalmar slot fra 1330 og en lavtliggende 300 år gammel kirkegård bekræfter dette. Vandstandsmåleren ved Ölands norra udde står ikke i fast fjeld, er flyttet og forandret 1854. Tar man middel (april—december)

1855—64 : 13.766
1865—74 : 13.765

aldeles uforandret, kun det ekstraordinært lave 1875 frembringer altså den opførte sekulære bevægelse ÷ 23 cm. — som derved blir fuldstændig hypotetisk.

Hermed er alle de de data som skulde tale for en negativ forskyvning av strandlinjen ved Sydsverige reducerede til et rent minimum av vægt — det blir ikke andet tilbake end den isolerede tanggrænse-bestemmelse fra Varberg 1870—86. Mot disse litet vægtige står gode data for uforandret stand fra nærliggende steder som København, Saltholmen, Falsterbo—Skanör, Malmö, Öland, Gotland. Det synes således neppe muligt at hævde nogen sekulær strandlinje-bevægelse i hele dette strøk, og Siegers „sekulær-isobaser" rundt Sydsverige blir „hinfällig".

Følger vi østkysten videre nord kommer vi til Södermanlands skærgård, hvorfra Holmström omtaler en række vdst.-mærker der viser en positiv strandlinje-bevægelse — Säfvö

lotsutkik + 70 cm., Rödskär + 71, Lacka Trutbåda + 43, Pehrsö-båda + 47 (1847—67—68) og nordligere nær Stockholm Södra Stäket + 23 cm. (1855—79). Også for Landsort måltes 1839—67 + 14, derimot 1800—1822 ÷ 136 cm. (?) 1822—39 ÷ 24, d. v. s. i virkeligheten omtrent ens stand i 1822, 1839, 1867 ÷ 30, ÷ 34, ÷ 30 i forhold til de i 1800 $^{29}/_{5}$ i vandlinjen — kanske ved tilfældig vdst. — indhuggede mærker. Vandstd.måleren er efter Holmströms beskrivelse neppe at stole på. Alene Lacka opføres, bare 1847—67, med ÷ 57 cm. Det forekommer mig noget tvilsomt om de ret store og ret overensstemmende positive bevægelser ved Södermanland forklares tilstrækkelig bare ved vekslende vandstand, og Sieger har neppe mere grund til at sætte disse iakttakelser ut av betragtning end de fleste andre. De synes mig ubetinget mere tilforlatelige end de sydsvenske Sieger anerkender. Enhver negativ strandlinje-bevægelse er i hvert fald utelukket ved Södermanland, og derved bortfalder også den støtte man kanske vilde søke for antakelsen om negativ bevægelse søndenfor i den omstændighet, at de unægtelig usikre målinger dog faldt sammen med de kendte nordenfor.

De to vdst.målere nordenfor Stockholm der viser meget avvikende resultater fra de omgivende, Svartklubben og Djursten, synes også at byde få garantier. Ved begge er skalaen fæstet til træbrygge, som med rimelighet kan tænkes at ha sunket, så skalaen viser for liten nedgang, den første til en så liten brygge, at den ikke synes at ha tilstrækkelig fasthet mot støt fra båter (Holmström), den anden inde i en vik hvor vandet presses høit op ved visse vinde (Fagerholm). Ved Djursten fandt Forssman efter de mindste kvadraters metode en årlig forandring 1852—75 s = — 0.0045′ med en sandsynlig feil (w) s = ± 0.0049′, hvorved den fundne sekulære hævning 13 cm. i det hele blir meget tvilsom. De små hævninger her (÷ 22 og ÷ 14 [0?]) står i direkte strid med de talrige målinger, som er gjort til forskellige tider ved vdst.mærker omkring, Gräsoen 1820—69,

4 målinger gnsn. ÷ 109, Löfgrundet 1731—1870, 11 målinger ÷ 92 cm. Om vdst.målernes pålitelighet er så stor, at man kan fastslå denne forskel for det mellemliggende strøk, synes mig noget tvilsomt. — Derimot synes det mig aldeles utvilsomt, at Malörn vdst.måler ikke kan regnes med. Skalaen er fæstet til en pæl som er rammet ned i en knap 4 m. dyp bund der er gravet i løs fjæresten 50 m. fra stranden, alt altså i løs grund, hvor man ikke engang kan se hvorledes vinterens frost virker, da der kun iakttakes juni—oktober (med en enestående uavbrutt stigning). Men det avgørende er imidlertid, at i begyndelsen av observasjonerne sagdes det vand som siver ind i brønden at følge Bottenvikens vandstand ca. 15 min. efter, i 1869 først flere timer efter! At man da har nogensomhelst garanti for at vndst.-svingningen virkelig helt avlæses kan ikke godt hævdes, end mindre at observasjonsrækken har tilstrækkelig egalitet til at gi sikre data for den sekulære forskyvning.

Det er ikke tvil om, at overmåte berettigede indvendinger kan rettes mot mange av de øvrige svenske vdst.-målere — de mange vanskeligheter voldte da også, at de en tid blev helt opgit. Og det samme må vel gælde ogsaa de finske, hvor dog en nærmere kritik ikke kan bygges på de data *Ad. Moberg* (Öfversigt Finsk. Vet. Societ. Förhandl. 15, 1873) eller *A. Bonsdorff* (Fennia 1, 1889) gir. Den sidste gør dog opmærksom på, at de to inde i Finske bugt, Porkkala og Söderskär, er noget tvilsomme. Men i det hele er dog den almindelige overensstemmelse mellem vdst.-målernes variasjoner fra dag til dag, måned til måned, år til år så pas stor, og resultatet så pas svarende til det ved de talrige vdst.-mærker funden, at man kan gøre sig en nogenlunde sikker almindelig forestilling om den hurtighet, hvormed strandlinjen flytter sig ved det strøk av den svenske kyst som ligger nordenfor $57^1/_2{}^0$ NB. og ved den finske kyst. Realiteten av den sekulære bevægelse kan det, som det fremgår av de mere almindelige iakttakelser, ikke være tvil om her.

Ved den danske, tyske og russiske Østersjøkyst er strandlinjens konstans sikker (Hagen), forsåvidt ikke en meget svak positiv forskyvning må antas (Svinemünde, Sieger Tab. XXVIII b., Dünamünde, Bonsdorff Fennia 12, 1896). Først ved Reval og Kronstadt (Fennia 4) er en negativ bevægelse tænkelig, skønt størrelsen falder nær den sandsynlige observasjonsfeil. „Vi kan således uten at begå en mærkbar feil anta, at strandlinjen langs den sydlige kyst av den finske bugt og Østersjøen til Libau har været konstant og at der ikke har gåt for sig nogen sekulær hævning eller sænkning i iakttakelsestiden" (1842—90 Bonsdorff). Vi har tidligere fundet, at ved Södermanland ikke kan antas nogen negativ bevægelse. Hermed er sydgrænserne for denne git i Østersjøen. Indenfor disse begynder en negativ sekulær bevægelse med omkring 0.5 m. ved Stockholm og sydvestspidsen av Finland, stigende til omkring 1.5 m. ved Norrlandskysten mellem Sundsvall og Umeå. Sekulær-isobaserne synes således i det hele at ha en VSV—ONO retning og at ligge noget tættere nærmest 0-grænsen mot SO. En indbugtning synes at findes omkring Ålandshavet, idet øerne viser mindre tal end fastlandskysterne.

Foruten dette store areal med negativ strandlinje-forskyvning gør observasjonerne ogsaa sandsynligt at der findes et mindre ved vestkysten. Man har ved Båhuslenskysten ikke alene arkæologiske vidnesbyrd om hævning av landet: stenalders-fundene ligger i en linje indenfor den nuværende strand (i Kville almindelig 2 km. ind) og oftest i 18—30 m. høide o. h., mens vistnok som i Norge fornlevningerne fra bronsealderens slutning og jernalderen går ned til ca. 2 m., så også her hævningen i hvertfald på flere punkter har været ubetydelig i de sidste par tusenår. Men man har en række vandstandsmærker, der overensstemmende viser en negativ forskyvning også i nutiden, og man har tre vandstandsmålere (Koster, Hållø, Vinga), der vistnok ikke er uklanderlige (ingen av dem har f. x. fåt beholde sin oprindelige jernarm til skalaen, Vinga er endog blit forstyrret ofte) men som alle

bestyrker dette resultat. Både vdst.-mærker og vdst.-målere synes at tyde på, at strandlinje-forskyvningen er stærkest midt på Båhuslenkysten (Väderöarne ca. 110, Hällö 81 cm.) og kiler sig ut mot Norge i nord (Koster 7 cm.) og mot Halland i syd (Marstrand 47, Vinga 42 cm., mærk dog det mulige tangrandsmærke Varberg ÷ 62 cm.?). Det er da tænkeligt, at en nøiere undersøkelse kan vise, at de lavt liggende fornlevninger kun findes ved de lavere sekulær-isobaser og at en fortsat negativ forskyvning trods dette kan ha fundet sted. Som vidnesbyrdene nu foreligger må man dog, når man lar dem tale for sig selv, uten indirekte slutninger andetsteds fra, nærmest gå ut fra, at man virkelig har et mindre areal med negativ strandlinje-forskyvning i Båhuslen, med maksimum sekulært omkring 1 m.

Realiteten i det så omstridte fænomen „Skandinaviens nuværende stigning", for så vidt det træder frem ved kysten som en negativ strandlinje-forskyvning, skulde efter denne gennemgåelse av de foreliggende data bestå av følgende:

Der foregår en utvilsom negativ bevægelse ved Botniske bugt med et maksimum på omkring 1.5 m. sekulært ved Norrland — der avtar ut mot en sydostlig 0-grænse Södermanland — Finske bugts sydside. Videre synes der at foregå en svakere ved Kattegats kyst med maksimum i midten Båhuslen, indskrænket til dette landskap. Forøvrigt er strandlinjen ved Østersjø, Nordsjø og Nordhav konstant.

III. Årsak til strandlinje-forskyvningen.

Vi stilles så likeoverfor spørgsmålet om årsaken til det således avgrænsede fænomen.

Efter det resultat vi kom til ved Norges kyst, at de formentlige sekulære bevægelser kun fremkom ved sammenligning av tider med høi vandstand og følgende med lav, synes det naturligt at tænke sig, at lignende, endnu langvarigere perioder, kan være i stand til at forklare også fænomenerne ved den Botniske bugt.

Denne mening er også hævdet av *E. Suess* i hans store værk Das Anlitz der Erde, B. 2. Wien 1888. „Østersjøen er en indsjø som stedse søker at komme i likevægt med havet, men aldrig når denne likevægt, hvad den ringe saltholdighet og den uavbrutte strøm i den indre del beviser. Månedens middelvand veksler efter årstiden, nedbør og flom virker ved den svenske og den finske kyst. Også årsmdvd. er forskelligt" [det årlige tilløp er hele 2 % av kubikindholdet (30 000 km.^{3}) og varierer betydelig] „det angir i det hele for de sidste tiår en rigtignok ofte avbrutt synkning, men der er mange tegn på, at denne synkning ikke har holdt ved mere end to til tre hundredår og den nærmestliggende forklaring er at forutsætte en forandring i klimatet" (s. 540). „Det er en tømning av Østersjøen, ikke en stigning av landet" — og han støtter dette også på den ting, at den negative forskyvning kun viser sig ved utløpstrømmen langs Sydsverige, samtidig på øst- og vestsiden (s. 524). „Noget sikkert bevis for en almindelig sekulær stigning av den skandinaviske

halvø — som har git utgangspunktet for elevasjonsteorien — findes ikke (s. 526). Fra Haparanda til Bretagne er der ikke påvist nogen hævning eller sænkning av landet siden bronsealderen (s. 541).

Mot denne mening hævder *Brückner* (Verhandl. d. IX Geographent. 1891), at klimatiske og hydrostatiske forhold ikke slår til som forklaring. Negativ strandlinje-forskyvninger så store som her påvist kan ikke frembringes ved vinden. At ville forklare det, at forskellen i vdst. mellem Tyskland og Sverige-Finland har forandret sig med en 20 cm. i 20—30 år, ved en forandring i middellufttryk kræver, at man antar konstant stormgradienter på 2—5 mm. mellem kysterne. En forandring i Østersjøvandets temperatur, en avkøling og tilsvarende større tæthet ved sidstnævnte land uten en tilsvarende ved Tyskland — hvor man har konstant nivå — er utænkelig. Klimatiske forandringer slår altså ikke til. Heller ikke forskel i saltholdighet og specifik vægt, da der så måtte kræves en fordobling av saltprocenten, hvad der er utænkeligt sålænge Østersjøens utløp og tilløp ikke forandres mærkbart. — *Sieger* (i samme Verhandlungen) gjør opmærksom på, at ved en klimatisk forandring måtte denne først og stærkest ramme elvene og indsjøerne, men iakttagelserne viser, at indsjøernes vdst. i høiden synker i følge med havet, hvad der tilstrækkelig forklares ved at erosjonsbasis bliver lavere. „Den ved indsjøerne observerede synkning av vdst. er ikke stor nok til at nogen antakelse om klimatændring er nødvendig eller kun sandsynlig." En klimatændring av tilstrækkeligt omfang findes der heller ikke ellers noget spor av i den tid vandstandsmærkerne har vist forandringer. *A. Penck* (Morphologie d. Erdoberfläche B. 2 Stuttg. 1894) beregner, at havspeilet ved Stockholm og i Bottenhavet efter den iakttakne strandlinje for 150 år siden måtte havt et fald av 0.02 %, som vilde søgt at utjevnes i en overflatestrøm f. x. af den halve gennemsnitsdybde, ca. 50 m., hvorved strømhastigheten blev 0.5—0.8 m., så der i hvert sekund førtes ut 4 millioner m^3 — 250 gange Mississippis vandmængde, mens tilløpet høist

kunde være 6122 m.^{3} elvevand og 1310 m.^{3} nedbør. I løpet av 3 timer vilde da overflatestrømmen jevnet ut faldet — indtil det saltere Nordsjø-vand kunde holde det i likevægt, hvad det gjør med 100 m. mot 102.4. Og dette tal kunde ikke økes til mere end 103.9 for 150 år siden, uten at Bottenhav-vandet måtte forutsættes lettere end ferskvand.

De samme overslag er også tilstrækkelige til at vise, at en ældre teori om en utvidelse av avløpskanalerne, Sund og Belt, — hvortil man intet kender — ikke vilde forslå kvantitativt, kvalitativt kan den ikke prestere forskellen med Norrlandskysten og Tyskland-Sydsverige.

A. Pencks forsøk (Schwankungen d. Meeresspiegels Jahrbuch d. Geograph. Gesellsch. z. München 1882) på at utlede den postglaciale strandlinjeforskyvning av den tidligere bræmasses tiltrækning, idet den derved frembragte positive ved avsmeltningen gik over til tilsynelatende negativ, er vel nu forlatt av alle som kvantitativt aldeles utilstrækkelig. Kvalitativt kan vi fra det hævningsstrøk, vi særlig har med at gøre, henvise til den omstændighet, at de høiest hævede strandlinjer i Norrland — efter *Høgboms* kart G. F. F. B. 18 1896 — slutter ring om et kun 2500 km.^{2} stort rum, hvor storbræen — har ligget. For den nuværende bevægelse er jo forklaringen heller ikke brukelig.

Den konstaterede sekulære forskyvning av strandlinjen kan således ikke forklares ved nogen tænkelig klimatisk eller hydrologisk forandring hos Østersjøen. Bevægelsen må derfor nødvendigvis henføres til landet, ikke havet. Vi blir derved først berettiget til at gå over til den naturligere og klarere betegnelse *landets stigning eller synkning* — i forhold til en sekulært uforandret havflate — istedetfor det tungvindte negativ eller positiv strandlinje-forskyvning, der forøvrig heller ikke er så neutralt uttryk som det utgis for, da fortegnene naturlig beteger en forandring av vandstanden i forhold til uforandret land.

Det blir det at finde årsakerne til Skandinaviens nuvæ-

rende stigning opgaven kommer til at gælde, og det blir en *geologisk* opgave, ikke en hydrologisk.

Det er to almindelige geologiske forholde, som man naturlig straks sætter fænomenet i forbindelse med. Det ene er det, at landet stiger — så vel efter Siegers som mine sekulærisobaser — ved Bottenhavet efter en utpræget længdeakse, som falder nogenlunde sammen med den Skandinaviske halvøs egen, parallel med kontinentalavfaldet mot Atlanteren. Det andet almindelige forhold er, at hævningens maksimum falder nøiagtig sammen med maksimum for den Skandinaviske halvøs samlede postglaciale hævning, et sammentræf som ikke godt kan tilskrives et tilfælde. Det naturlige blir utvilsomt at se alle forhold under et og søke en fælles forklaring.

Det ligger da vistnok nærmest med ***Brückner***, mot Suess, at mene at man „må i dette tilfælde vende tilbake til den gamle teori om kontinentalhævningen" (Verhandl. 1891 s. 222). *Nathorst* (Jordens historia 1897 s. 1062) fortsatte samme tanke: „Om vi således må uttale os for, at det virkelig gælder hævning og sænkning av jordskorpen, så ser vi for vor del ingen grund til at anta, at dette skyldes andre kræfter end de bergdannende, d. v. s. det sidetryk som fremkommer ved jordens sammentrækning på grund av fortsat avkøling. Om vi forestiller os det hævede område som oprindelig et plan, så blir et tverprofil gennem det efter hævningen et hvælv, visselig så ytterst flatt, at vort øie neppe vilde mærke nogen heldning; for om vi sætter den største hævning til 300 m., så blev heldningen mot øst omtrent 1 på 3000, mot vest 1 på 1700. Da sidetrykket kan frembringe bergkæder med ytterst stærkt foldede lag, så må det likesågodt kunne frembringe en så ubetydelig hvælvformet hævning, bergkæderne har utvilsomt til en begyndelse vist sig først i den form."

Det er ikke rimeligt at opta spørsmålet om bergkædedannelsen i almindelighet her. Kun skal bemærkes, at slike foldninger overalt synes at optræde lokaliseret ved sammenstøtslinjerne mellem større urokkede jordskorpeflak og kompliceret med brudlinjer. Et hvælv som her på 1400 km.s

bredde, der holdes oppe midt inde i en urgammel kontinentalplate, uten knæk og brud, kan man ikke opstille noget sidestykke til. Himalayas og Tibets foldninger, som Nathorst vil avvise denne indvendig med, er ikke foldet med en gang. Hvis man — som en stadig voksende række argumenter gør mere og mere utvilsomt — kan gå ut fra den gamle geologiske lære, at den egentlige faste jordskorpe er forholdsvis tynd — kanske 30—40 km. — og hviler på et bevægeligt grundlag, blir sammenhængende spændte buer på 1400 km. tydelig utænkelige. Og uavhængig av enhver teori synes så uhyre, ved sidetrykket opdrevne flate hvælv vanskelig at forene med de kendte foldningers plastiske, skarpe syn- og antiklinaler. — I Nordamerika har man en fuldstændig ensartet postglacial hævning, hvis forklaring må falde sammen med den skandinaviske. Her blir hvælvet over 3000 km. bredt, $^1/_8$ av en storcirkelkvadrant — umulige forhold, særlig når betænkes, at man like i rammen om det hævede stykke, som altså måtte bære det enorme pres, ligger Great Basin med omgivende fjeld, som ved sine dislokasjoner i vertikal retning, med temmelig uavhængige sætstykker, uten egentlig foldning, viser at der her aldeles ikke har været eller er noget sidetryk.

Disse vanskeligheter for en bergkæde-forklaring av Amerikas og Skandinaviens stigning er i og for sig vistnok uovervindelige. Men hertil kommer, at det ikke kan påvises nogensomhelst grund til at skille disse postglaciale hævninger fra de fuldstændig ensartede på mange andre steder med den mest forskelligartede tektonik, grundfjeld i Grønland, horisontale kun mot de eroderede kanter svakt reiste tersiære basaltlag på Island, dislokasjonsland på Spitsbergen, foldekæder av forskellig alder med isobaserne både på langs og på tvers i Sydamerika, New Zealand, Alaska o. s. v. Overalt den mest fuldkomne uavhængighet av den tektoniske bygning. Men overalt et nøie forhold til det tidligere isdække — et forhold, som derfor vanskelig kan andet end at opfattes som

genetisk — hvad der selvfølgelig også må gælde for Skandinavien.

A. Penck's forsøk på at forklare denne genetiske sammenhæng ved at bræmassens tiltrækning frembragte en nivåforandring i havet er som nævnt mislykket (sml. Drygalski, Hergesell, Woodward).

Drygalski's teori (Geograph. Jahrbuch B. 13. Verhandlung. d. VIII. Geographent. 1889) for den postglaciale hævning, om at storbræens tidligere underlag utvides ved den efter avsmeltningen følgende opvarming, falder på omtrent samme vanskelighet som bergkæde-teorien, det er utænkeligt, at det ved utvidelsen fremkomne sidetryk ikke skulde brede sig utover og dermed bli ute av stand til at frembringe så store hævninger som det her gælder, det er videre utænkeligt, at underlaget tektonisk ikke skulde træde frem i isobasernes forløp. Specielt for vort undersøkelsesfelt falder den videre på det faktum, at årets middeltemperatur for en stor del av det stærkest hævede strøk, langs Skandinaviens høideakse, fremdeles er kun 0^0 eller ubetydelig mere eller mindre, hvorved geoisotermernes bevægelser opad må bli utilstrækkelige til at skaffe nødvendig utvidelse, og likehævningslinjerne kunde neppe ordne sig om en maksimumsakse nær ved det strøk, hvor den ved avsmeltningen fremkomne temperaturforskel var mindst.

De indirekte forklaringsmåter for det ubestridelige sammenhæng mellem tidligere isdække og postglacial hævning viser sig uholdbare — tilbake står den direkte: det var selve storbræernes vægt, som trykkede landplaten ned, trykkets fjernelse ved avsmeltningen som betingede dens følgende hævning.

Spørsmålet om Skandinaviens stigning blev for 10 år siden optat til fornyet behandling både i Sverige og Norge. I 1890 utkom *Gerh. de Geers* bekendte arbeide „Om Skandinaviens nivåförändringar under quartärperioden" (G. F. F. B. 10 og 12*), hvor den av Jamieson allerede 1865 opstillede

*) det første ark utkom i 1888 (G. F. F. B. 10) men indeholdt væsentlig kritik av tidligere arbeider.

teori om brætrykket gives en temmelig betinget tilslutning. Senere i samme år tryktes mine „Strandlinjestudier" (Archiv f. Mathematik og Naturvidenskab, B. 9 og 10) hvor jeg søker at føre et omstændeligt bevis for rigtigheten av denne teori, hvortil jeg uavhængig av de Geer og uten at kende Jamiesons avhandling var kommet ved mine undersøkelser i Romsdalen og Fjordene 1887—88. Efter en kritisk granskning av de tidligere teorier om de hævede gamle strandlinjer, efter en imøtegåelse av enkelte geofysiske indvendinger, gennemgår jeg for alle de kendte tidligere isdækkede land hævningens størrelse og dennes nøie forhold til storbræerne — det argument der havde været det egentlige avgørende for mig, da jeg søkte forklaringen til strandlinjens stigning indover mot den tidligere storbræs centrum, i Norge som andetsteds. Jeg konkluderer således: Istryksteorien har vist sig overalt at slå så fuldstændig til som forklaring av de postglaciale hævningers størrelse og retning, at vi efter denne omstændelige prøve kan sige, at der neppe gives mange geologiske teser, for hvilke der er ført bedre induksjonsbevis. Vi er berettiget til at betragte det som en lov, at overalt hvor istiden har dækket et land med storbræ har dette senere hævet sig, og overalt hvor landet er blit holdt så længe i et nivå, at terrasser og seter har vundet at bli dannet, der vil disse strandlinjer vise, at hævningen tiltar i høide fra brædækkets grænser ind mot brækcentret hvor bræens vægt har været størst, og at hævningens størrelse avhænger av det fjernede tryk. Den vigtige geofysiske lære, at jordskorpen gir efter for langvarigt stærkt tryk og hæver sig forholdsvis efter at være befriet for det, er ved disse strandlinje-studier påvist at gælde i en så stor mængde påviselige tilfælde, at vi, med støtte i de tidligere nævnte geofysiske og geologiske kendsgerninger, som i og for sig nødvendiggør dem, må være berettiget til at tilkende den almengyldighet som naturlov."

Denne geofysiske lære om jordskorpens *isostase* (som den nu almindelig kaldes efter *Dutton*, Bulletin Philos. Soc. Wash. 1892) der således var indført i diskusjonen om Skandinaviens

stigning samtidig fra to hold — har i de senere år vundet stærk tilslutning; den danner grundlaget ikke alene for størstedelen av den amerikanske literatur om de pleistocene nivåændringer (Chamberlin, Gilbert, Mc Gee, Shaler, Waren Upham, Wright o. s. v.), men også for teorierne om sedimentasjon og denudasjon i almindelighet (Dutton, Mc Gee, Winchell); den har fåt et stærkt teoretisk grundlag særlig ved *Osm. Fishers* „Physics of the earths crust" (1881, 2. ud. 1889). Det kan derfor neppe være på rette sted her at forsøke nogen utførligere bevisføring for den (sml. Strandlinje-studier s. 67—72). Det blir kun nødvendigt at imøtegå enkelte specielle indvendinger mot forklaringsmåtens tilstrækkelighet for Skandinaviens postglaciale stigning. Dernæst får vi prøve, om vi ut fra denne vel fundamenterede teori uten vanskelighet kan deducere også det fænomen som her skulde granskes: Skandinaviens nuværende stigning således som den fremgår av strandlinje-forskyvningen.

Ved fuldkommen isostase må vi anta, at der ved enhver forandring i belastningen må indtræde en dertil svarende jordskorpebevægelse. Ifølge de Geers fremstilling av Skandinaviens pleistocene historie, som synes at ha vundet temmelig almindelig tilslutning i Sverige, har denne korrespondens mellem tryk og nivå ikke fundet sted i tre meget væsentlige tilfælde: 1) landet skal ha ligget høiere end nu i den første del af istiden, altså under brætryk; 2) en væsentlig del av hævningen har fundet sted mens klimatet endnu var arktisk og bræen altså ikke kunde smelte av; 3) en ny „postglacial landsänkning" med påfølgende hævning har fundet sted uten nogen forbindelse med brætrykket. Skønt en fuldstændigere imøtegåelse av disse indvendinger egentlig kræver en kritik av den nævnte almindelige svenske opfatning av den pleistocene utviklingshistorie, som ikke kan optas her*), kan dog disse tre punkter ikke ganske forbigåes.

At Skandinavien ved istidens begyndelse lå høiere end

*) Jeg håper at få leilighed til det i et særskilt arbeide.

nu finder de Geer (Nivåförändr. s. 40), med Jamieson, sandsynligt, på grund av skærgården og fjordene, der skal være dannet ved subaerisk erosjon. Dette er en hypotese og efter min mening ikke nogen god — skærgård og fjorder findes kun i isskuret land, og det må derfor på forhånd være sandsynligt, at de netop skyldes bræ-erosjonen, som da også alene er istand til at gøre rede for de typiske skåler og sund. Men for det spørgsmål, som her skal drøftes, landets synkning under *sidste* istid, hvortil den postglaciale hævning knytter sig, har spørsmålet om skærgårdens og fjordenes oprindelse ingen betydning, da den sidste storbræ i Norge aldeles ikke gik frem over dem, og deres dannelse jo også i Sverige naturlig henføres til en ældre datum end sidste istid, om hvis nivåforhold deres dannelse altså ikke kan gi nogensomhelst oplysning.

Et andet forhold, som efter de Geer „synes temmelig bestemt at vise at landet under en tidligere periode av istiden lå høiere end mot slutningen", er forekomsten av jættegryter ved havets nivå nær Kristiania. Til deres dannelse ved istidens slutning, da landet her lå henimot 200 m. u. h., måtte nemlig kræves, at de vandfald som svarvede ut jættegryterne først skulde ha trængt gennem en vandmasse av nævnte betydelige dybde. Også her bygger indvendingen på en hypotese, nemlig for jættegryternes dannelse, som kanske er god, men som i hvertfald ikke utelukker muligheten av, at jættegryter også kan være dannet på anden måte f. x. under særegne forhold i bræens bundelve. Desuten — hvis det var en overflatisk bræelv som faldt ned gennem en „Gletschermühle" i sidste istid, så kunde jo dette foregåt, mens bræen fortsatte til raet 50 km. utenfor og holdt havet ute, så vandfaldet lå helt i is som sædvanlig. Hvorledes en bræelv som styrter ned mot bunden av en svær bræ kan komme til at virke på grunden, her hvor man tænker sig bundvand under uhyre tryk — det blir ikke vanskeligere at forklare i dette tilfælde end ellers.

Det er altså på disse hypoteser, som i hvertfald ikke er ubestridelig sikre, at man har sluttet sig til høiere land trods

en storbræs tryk. Det er vel rimeligt at anta, at der bak dem også mere eller mindre bevidst kan ligge en reminiscens av det gamle forsøk på at forklare selve istidens brædannelse ved høiere beliggenhet av landet — som imidlertid er anerkendt som utilstrækkeligt og derfor overflødigt.

Derimot er det mere end en hypotese, når man av raets bygning slutter sig til at landet, da den deutoglaciale bræ nådde sin yttergrænse, lå lavere, og man vet med sikkerhet, at i den længste periode av sidste istid, i „indsjø-perioden", da storbræen endte med jøkler i indsjørækken og avsatte det mægtigste materiale i terrasserne, da lå landet så meget lavere som disse terrasser, og den til dem svarende strandlinje utenfor senere er hævet.

Hvor høit Skandinavien lå i interglacialtiden, den gang da sidste nedisning begyndte, det er endnu neppe sikkert konstateret, men man har efter forholdene søndenfor ikke nogen grund til at anta, at det var synderlig forskellig fra nu. Oppe i fjeldet begyndte bræer at samle sig ved klimatforandringen og skøt ut over det lavere land, og fra det første øieblik vi kan påvise noget mærke av denne sidste storbræ, nemlig ved raet, viser det sig empirisk, at landet er sunket, hvad det også er under den følgende langvarige og bedst kendte del av sidste istid. At Skandinavien nogensinde i denne har ligget høiere under brætryk, det er derimot rent hypotetisk.

For det andet punkts vedkommende, at Skandinavien skal ha hævet sig postglacialt omtrent til nuværende høide, mens klimatet endnu vedblev at være arktisk helt ned i Skåne, og altså storbræene endnu må ha ligget nordenfor, er også flere svenske forskere trådt i marken. Det falder mig litt vanskeligt at bekæmpe denne mening, da det ikke har lykkedes mig nu mere end før at sætte mig ind i, hvorledes de egentlig har tænkt sig forholdet. Det heter hos *de Geer*, Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden, 1896: „Forholdene i det sydligste Skandinavien [ɔ: Sjælland, Skåne, Gotland] viser, at landet endog har været høiere end nu, mens endnu arkti-

ske planter avleiredes. I landets mellemste dele derimot findes allerede i temmelig høitliggende skælbanker enkelte sydlige former, og de arktiske skælbankers tid synes i disse trakter at ha været slut allerede længe før landet havde opnåd sin nuværende høide." Jeg forstår som sagt ikke, hvorledes dette kan bringes i overensstemmelse med det av de Geer selv først konstaterede faktum, at både glacial og postglacial hævet strandlinje kan følges i sammenhæng og med jevnt stigende høide fra Skåne til Norge, så hævningen og sænkningen må ha foregåt samtidig.

Heller ikke forstår jeg det som G. Andersson (Svenska växtvärldens historia, Sth. 1896) fremstiller det: hævningen av den sydbaltiske halvø [søndenom indsjøbeltet] indtrådte i hvert fald i de perifere dele av det område som havde været sænket under havet, på et så fjernt tidspunkt av vor floras historie, at landet allerede havde erholdt like stor utstrækning som nu, mens klimatet og dermed også floraen endnu var rent arktisk — (s. 21). Men (side 45) i det mellemsvenske sletteland [hvis strandlinjer efter de Geer altså viser sammenhængende nivå-ændringer] finder man, at myrenes underste del utgøres av et ekelag — som i Norge — og ingen Dryas eller asp under, *Cladium mariscus* og andre sydlige former umiddelbart på arktiske skælbanker i Båhuslen, i formentlig samme stratigrafiske nivå som den arktiske flora i Skåne. — Jeg har andetsteds (Menneskeslægtens ælde s. 81—93) git min løsning av disse motsigelser, nemlig deri at de arktiske plantefossiler, (undtagen de på Fröjel på Gotland hvor protoglaciale skuringsmærker også er bevaret) ikke er fundet nogetsteds i Skandinavien, hvor den deutoglaciale storbræ har nåd — her har man overalt varmekære plantelevninger underst —, at Dryas-, asp-, furu-lagene i Danmark og Skåne kun er fundet utenfor den sidste storbræs grænser og derfor må betragtes som interglaciale og deutoglaciale selv — og at det mellemsvenske og norske ek-hassel-lag forekommer i stratigrafisk nivå først med ekelaget i Danmark. Herved blir der enhet

i disse fænomener — og samtidig i en hel del andre arkæologiske og biologiske, f. x. sen stenalders fund langt nede i Ancyluslag (Munthe), utbredelsen av fund av de store okse-arter, en anden varietet av renen i aspelaget end postglacialt o. s. v.). Der er hittil ikke fremkommet en antydning av noget argument mot denne opfatning, og jeg kunde derfor simpelthen henvise til den også for de sydsvenske fund, der altså aldeles ikke behøver at tolkes som beviser for arktisk klima under nogen del av den postglaciale hævningsperiode. Foreløpig kan jeg imidlertid, da spørsmålet om Skandinaviens stigning jo nærmest gælder mellemste Sverige og nordenfor, indskrænke mig til det mere forutsætningsfri, at hævde, at selv efter G. de Geer og G. Andersson mangler her som i Norge ethvert *bevis* for at arktisk plante- og dyreliv fortsatte ut i den første hævningstid, som derimot efter myrenes underste lag at dømme var ikke litet varmere end nutiden. Isostase-teorien møter i denne væsentligste del av Skandinavien faktisk ingen klimatisk motstridende iakttakelser.

Den tredje og væsentligste grund G. de Geer nævner, som skal gøre det umuligt at forklare Skandinaviens nivåændringer utelukkende av brætrykket og de derav følgende isostatiske bevægelser, er at der indtrådte en „postglacial sænkning med derpå følgende hævning, som ikke kan ha været *direkte* følger av isbelastningens virkninger" (Skand. nivåför. s. 41).

Også her gælder det, at de direkte bevis man har i marine eller littorale dannelser over postglaciale supramarine er indskrænket til strøk, der ligger utenfor, søndenfor vort hævningsområde, i Skåne, Gotland o. s. v., og derfor ikke egentlig behøver at tas med i denne forbindelse. Men de Geer og andre har søkt at opstille dette som regel for hele Skandinavien, og dette kræver undersøkelse. De grunde han anfører for dette i sin første avhandling „Om en postglacial landsänkning i södra och mellersta Sverige", G. F. F. 6. 1882,

synes dog ganske utilstrækkelige. I Upsala-åsens skal ligger sand over hvarvet ler — hvilket skal bevise, „at landet här *kan* hafa höjd sig öfver hafsytan, och det synes ganske *möjligt*, att leran derunder blifvit denuderat". Fra kartbladsbeskrivelser og dagbøker samles videre en række eksempler på sandlag i leret, som skal skille glacialt fra postglacialt. Dette er dog for litet til at bære frem en omfattende teori om, at omtrent hele det store svenske hævningsland under „P. G." forut skulde have ligget over vandet. Sandlag er jo ikke sjeldne hverken i glacialt (hvarfvig) eller postglacialt ler (grålera) og kan uten vanskelighet forklares ved vekslende strømsætninger under hævningen, hvilke efter erfaringer andetsteds fra kan forhindre slamavsætning paa langt større dybder.*) Men efter teorien om den postglaciale hævning og den nye sænkning måtte da det typiske profil, som man uavlatelig måtte støte på, havt strandgrusdannelser, oksydasjonsfænomener, torvlag mellem de to lerlag, det måtte været undtakelsen, at det ene gik umærkelig over i det andet — hvad der dog er regelen. Et profil som det detaljerede *H. Munthe* gir fra Norsholm Østergøtland (Öfversigt K. V. Akad. Förh. 1895. 3), hvor nogen stratigrafisk grænse mellem Ancylusler og Litorinaler ikke kunde påvises, kun et par diatomace-arter viste forskellen, vilde vanskelig kunne tænkes; de Geer uttaler selv (G. F. F. B. 15, 1893, s. 381) at det „fra de fleste strøk findes meget lidet håp om at kunne skille ut marin fra lakustrin undre grålera eller de arktiske senglaciale fra [den varme] Ancylustidens avleiringer av f. x. sand og strandgrus". Altså ingen grænse i hele lagrækken senglacial — Litorina = „postglacial sænkning". For dog at få en grænse vil de Geer — mot Munthe — at „postglacial" kun skal regnes fra „maksimum av den hævning som skilte den senglaciale fra den postglaciale sænkning" — for største delen

*) Under påvirkning af de Geer og Kjerulfs bemærkning om mergellerets ofte eroderede overflate indrømmede jeg endnu i Strandl. stud. (s. 116) dette argument nogen vægt, vistnok med urette.

av Skandinavien altså en rent imaginær grænse*). — For Sveriges vestkyst opretholder de Geer den samme påstand (Nivåförändr. 1890 s. 50) at han „hittil ingensteds har fundet nogen overgang mellem de glaciale og postglaciale lag, men stadig skarp grænse såvel i faunistisk som stratigrafisk henseende" — men dette stemmer hverken med de Geers egen ytring (1896) om enkelte sydlige former i temmelig høitliggende skælbanker", eller med M. Sars iakttakelser fra Bryn (1865 110 m. o. h.) eller med Crosskey og Robertsons uttrykkelige beretning om hvorledes flere og flere sydlige former vandrer ind i det høitliggende, oprindelig arktiske lag her. Men allikevel heter det endnu 1896 (Skand. geogr. utveckling s. 130) hvor der tales om den „postglaciale" strandlinje (i Skåne få metre, mellemste Halland 15 m., i Gøteborgtrakten 30 m., [Kristiania 70 m.]): *overalt* savnes ovenfor denne strandlinje de havdannelser og sydlige skældyr, der findes almindelig nedenfor den, og når hertil føies, at grænsestrandvolden eller dermed sammenhængende dannelser flere steds [men kun i det sydlige] hviler på torv med ek, er det tydeligt nok, at den betegner grænsen for havets sidste eller postglaciale oversvømmelse. Trods noget forsigtigere uttryk andetsteds, hvor det indrømmes at beviserne for en høiere stand av land forut for denne oversvømmelse nordenfor Sydsverige er „meget ufuldstændige", blir det i 1896 som i 1882 fremstillet som de sydlige overleiringer gjalt for hele Skandinavien — ved en underforstået men aldeles ikke bindende analogislutning. Men, som *H. Munthe* udtaler (Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl. B. 18, II, 1 s. 111. 1892—93) „i disse eller nordligere strøk har hittil intet bevis fremkommet for et sådant

*) Når de Geer på dette sted mener, at jeg kalder de „senglaciale" (= „deutoglacial" hos mig) dannelser for postglaciale, må dette enten bero på en misforståelse eller på en rent tilfældig lapsus fra min side — som jeg forresten ikke er mig bevidst at ha begåt. Det vilde stå i direkte strid med selve den nomenklatur jeg har opstillet; jeg har selv fremhævet urigtigheten av at kalde „Champlain" for postglacial (Strandl. stud. s. 209) og vilde være fuldstændig enig i at kalde en lignende betegnelse for Skandinavien „likefrem urigtig og let ledende til misforståelse".

høiere nivå efter yngste ishavstiden". Intet greit profil, intet nyt argument siden teoriens fremkomst i 1882 — det mener jeg er i og for sig tilstrækkeligt til at fælde den, da det dog er liketil umuligt andet end at det efter teorien normale, typiske profil, med land- eller stranddannelser under den postglaciale sænknings marine, jo dog av og til måtte være fundet under den utmærkede svenske kvartærgeologiske undersøkelse.

Også fra Norge har svenske geologer søkt at føre beviser fra denne sidste landsænkning, men også her indskrænker disse sig til et minimum: *E. Hambergs* iakttakelser fra Værdalen, hvor der skulde være fundet et „torvlag" under postglacialt skælførende ler (G. F. F. 15. 1893). Såvidt mig bekendt har ikke en eneste av de mange norske geologer, som har været ved skredet deroppe, kunnet finde noget torvlag, eller tyde profilet anderledes, end at der fandtes fremdrevne, marint avsatte planterester eller overflatelag tilfældigvis indblandede ved skred. Man behøver ikke at ha set mange sådanne skred i vore elveterrasser for at vite, hvor skuffende oprindeligt utseende leret kan få også efter omlagringen. Kendt er f. x. det allerede av *Keilhau* (Nyt Magaz. f. Naturv. B. 1 s. 174. 1838) omtalte lertak ved Hasler, Kristiania. „Her er ogsaa store Træstammer begravede i Leermasserne, hvortil Aarsagen dog, som man temmelig tydeligen seer, maa have været en i maaskee ganske sildig Tid foregaaet lokal Omvæltning, rimeligvis et af de sædvanlige Jordskred, der saa ofte finde Sted i dette Slags Terrain". *K. Bjørlykke* var en gang tilbøielig til at betragte det som oprindeligt, og var det ikke fordi træstammerne ofte stod på skrå i leren, med en høideforskel fra øvre til nedre ende av flere metre, og at det dog er utænkeligt at disse kan ha holdt sig i denne stilling og så friske under den lange tid det fine, skælførende ler behøvede for at avsættes i sådan mægtighet, var det i virkeligheten også omtrent umuligt at påstå, at der her var foregåt nogen omleiring.

Hellands fund av hassel osv. i terrasser ved Gravenvand, som også er nævnt i denne forbindelse, kan ikke regnes med,

da han selv uttrykkelig siger at „planteresterne med de i samme liggende småstene må likesom det øvrige materiale i terrassen av elven være ført ut i havet".

Så sørgeligt langt vi står tilbake for Sverige med hensyn til systematisk undersøkelse av de løse lag og deres fossiler, så overordentlig meget som der her endnu er at gøre i Norge, så har dog en del norske geologer gennem årene gåt og set på de mangfoldige blottede, fortrinlige profiler i vore elvemæler, særlig er snit i de lave subglaciale terrasser meget almindelige, men hittil har dog ingen kunnet på et eneste sted av landet påvise torvlag, tydelige oksydasjoner eller stranddannelser i dem, som kunde betragtes som beviser for en postglacialt på nyt sænket landoverflate. Skulde det ikke være naturligere at søke en lokal forklaring for en enkelt tilsynelatende undtakelse, og ikke opstille regelen på denne i strid med et særdeles stort antal fortrinlige profiler? Man har i kvartærgeologiens historie eksempler nok på denne fremgangsmåte, således f. x. teorien om Britaniens nedsænkning over 400 m. på grundlag av skælfund på Moel Tryfan, opstilling av en uhyre, første istid foran den prototglaciale på grundlag av enestående profiler, uten at sætte sig ind i, hvad teorien måtte fordre som typisk og regel — i strid med de kendte, almindelige forhold.

Saken står altså så, at i Norge og i det mellemste og nordlige Sverige er der ikke fremlagt et eneste nogenlunde brukeligt bevis for en sænkning, der har rammet postglacialt hævet overflate. De utallige snit fra de svenske lersletter og fra de norske terrasser som uavlatelig og typisk måtte vist overleiringen, beviser så sikkert som noget negativt bevis kan, at en sådan særskilt „postglacial sænkning" ikke har truffet denne del av Skandinavien. Der foreligger således herfra ikke et eneste punkt der strider mot en isostatisk forklaring av strandlinjens bevægelse i forhold til storbræens vækst og avsmeltning, ikke en eneste nivåændring uten i sammenhæng med disse.

Når man søndenfor, i Skåne, Blekinge, Gotland derimot har fundet direkte avleiring av Ancylus- eller Litorina-strandvolde over landdannelser, så er dette tydeligt et fænomen, som er knyttet til vort hævningsområdes *periferi*. Og hermed er også en forklaring lagt nær efter isostase-teorien. Når en bøielig jordskorpe presses ned ved, at en ny vægt blir lagt på den, vil der omkring det sænkede strøk naturlig drives op en bølgering, idet det plastiske underlag viker unda, til tilstrækkeligt motstand er skaffet tilveie. *A. Winchell* (The american geologist 1888) har git sammenligningen med en gummibold fyldt med vand; når den blir trykket ind på et sted, må den bugne ut på andre. For Amerikas vedkommende søker han på denne måte at forklare de svære erupsjoner vestpå under kvartærtiden ved den laurentiske storbræs uhyre tryk. Og *Jamieson* (Geol. magaz. 1891, 2) har utviklet, hvorledes en lignende opdriving av landplaten utenfor sænkningsområdet også må gælde for Skandinavien. *H. Munthe* (Bihang t. Sv. V. Akad. handlinger B. 18. II, 1. 1893) resumerer sine undersøkelser over nivåforandringerne ved Østersjøen fra præglacial tid til postglacial således: „Det anførte synes mig således ganske bestemt at tale for, at de bevægelser i jordskorpen, som under de nævnte perioder av kvartærtiden har rammet Skandinavien på den ene side og det sydbaltiske område [inklusive Sydsverige] på den anden, stort set samtidig har gåt i motsat retning i de to områder, og det skulde derfor ikke være dristigt (delvis med Jamieson) at uttale som sandsynligt, at en nivåændring i én retning inden det første område hvor isbelastningen har været størst, virkelig har været årsak til en ændring i motsat retning inden det andet. — —“

Begynder vi med Skandinaviens stærkeste sænkning i deutoglacialtiden, til den øverste strandlinje, som de Geer har fulgt til Skånes spids („M. G.“), så viser denne allerede ved sin utbredelse og sammenhæng med den norske epiglaciale strandlinje, at denne ikke kan tilhøre den tid, den baltiske jøkel skøt frem til Brandenburg og Danmark. Det er også av andre grunde rimeligt at anta, at denne maksimums frem-

vækst var fra en forholdsvis mindre mægtig bræ. Da storbræen nådde større mægtighet, sank landet, og bræen blev sat en grænse i Norge ved fjordene, indenfor hvis bund de epiglaciale indsjøer blev eroderet og de sværeste masser av bræelvens transport avsat foran i terrasserne. Brævæksten utover blev stoppet, og under et særdeles langt tidsrum holdt storbræ og nivå sig uforandret. Hvor bræranden da lå i Østersjølandene, er endnu ikke med sikkerhet fastslåt, men det er rimeligt at søke den også i Sverige indenfor de største bræavlagringer, de brede mellemsvenske lersletter. Bekræfter det sig — hvad må synes rimeligt at anta — at Salpausselkä ikke repræsenterer yttergrænsen for den sidste storbræ, taler meget for i den at se selve den epiglaciale endemoræne i Finland, også her med indsjøerosjoner indenfor og den største bræslam-avsætning, i det sydfinske lavland, utenfor. Man får da ekvivalente dannelser rundt hele storbræranden, og selve storbræen fik da en naturlig form. Den til denne sænkning svarende hævningsbølge måtte søkes søndenom Østersjøen, hvor Munthe også har påvist den.

Når storbræen smeltede av herfra indover mot aksen, følger hævningsbølgen efter, med avtakende høide, eftersom det pres indenfor som driver den op avtar. Ved Skandinaviens kyst er det derfor kun i et med isobaserne parallelt belte mot SO at denne hævning når op over Østersjøen, hvor altså det enkelte overflatepunkt først hæver sig langsomt efter brætrykket, så raskt når hævningsbølgen passerer, hvorefter det igen synker efter denne, for endelig at fortsætte den oprindelige hævningsbevægelse. Nordenfor mangler supramarine dannelser i de nivåer der, eftersom hævningsbølgen følger videre efter den smeltende storbræ, pånу synker; her får man altså ingen særskilt „postglacial sænkning", hævningsbølgen viser sig kun som en forandring i hævningens tempo, først en raskere, så en svakere hævning; inderst, hvor den sidste brærest lå, vil der selvfølgelig kun bli tale om hævning efter bræens trykforandring.

I Norge, hvor sænkningen efter strandlinjens vidnesbyrd når helt ut til det bratte avfald mot Norske rende eller Atlanterhav, vil nogen utenforliggende hævningsbølge ikke kunne bli mærkbar. Derimot viser de stærkere utprægede terrasser i et nivå på omtrent 40 % av de epiglaciale, den tildels ganske tydelige lavere strandlinje i samme nivå, endelig de smukt utviklede indlandsseter og terrasser mellem brærest og vandskil, at man må ha havt en temmelig lang konstant periode, hvori både landplatens nivå og storbræen og dens tryk må ha holdt sig uforandret — den *subglaciale* periode. Storbræen lå da igen kun som et belte tversover Østlandet, smalt i vest, med stigende bredde over mot Jemtlands SO grænse. Man behøver vel næppe at ha nogen betænkelighet ved at henføre til denne tid den mest utviklede nedre strandlinje i Sverige, der betegner de Geers „postglaciale sænkning", den stærkeste Litorinastrandlinje, som fremhæver sig ved sin langvarige utformning, ikke ved at repræsentere en ny sænkning. Isobaserne for denne trækkes noget ulike av G. de Geer og H. Munthe — av den første parallel det efter skuringsmærker og blokflytning bestemte bræskil, hvor sidste brærest blev liggende, av den sidste mere V—O, mere parallel den ovenfor antydede epiglaciale kontinentale brærand, hvorefter den oprindelige største sænkning fremdeles må ha været det bestemmende.

Om den videre utvikling i hævningen fra denne lavere strandlinje hersker der vel næppe nogen principiel uenighet — uten netop om årsaken, der øiensynlig netop er den samme som for Skandinaviens nuværende stigning.

Ved at følge disse Litorina-isobaser helt op mot hævningsaksen i Norrland støter vi endelig på en sidste vanskelighet, som møter brætryksteorien: Hvor findes den bræmasse, som har trykket landet ned til over 100 m. i Litorina-havet, eller hvor lå den som tidligere var tilstrækkelig til at trykke det ned til over 250 m., den marine grænse her? Mellem indlandsseter og Bottenhav blir der ikke nogen stor bredde. *Högbom* trækker endog som nævnt isobasen for 260 m. ring-

formig om et strøk nær kysten Sundsvall—Umeå på kun 2 500 km.^{2} størrelse, hvor der ikke blir plads til nogen storbræ.

Det synes dog nogenlunde let efter isostase-teorien at løse også denne vanskelighet, og såvidt jeg ser er samtidig dermed pekt på en naturlig forklaring av væsentlige forhold ved Skandinaviens nuværende stigning. Som fremhævet av Munthe og andre har vi ingen beviser for at de høieste marine spor overalt er *samtidige*, tvertom må vi anta som sikkert, at dette ikke er tilfældet. Den høie epiglaciale strandlinje i Norge, Romsdalen, Tromsø f. x. svarer som allerede Kjerulf har påvist like til de høie terrasser i fjordbundene, disses ækvivalent har vi al grund til at søke i de svære sletter med ishavsler i Mellemsverige og Sydfinland, der må være avsat foran en nær brærand, over Åland omtrent. De høieste strandlinjer nordenfor, over Bottenhavet, kan da altså ikke være samtidige med de høieste i Norge og Sydsverige. Storbræen må ha smeltet betydelig av efter dennes dannelse, for at havet har kunnet trænge frem hit. Men smelter bræen av, må landet hæve sig efter brætrykteorien. Når isobaserne allikevel inde ved Norrland kan vise hævning på 250 m. eller mere, er dette altså kun forklarlig efter teorien under den forutsætning, at landet her ved bræaksens midte, hvor man må vente at ha havt den største bræmægtighet, oprindelig, på den epiglaciale strandlinjes dannelsestid, var trykket endnu adskillig mere ned. Dette er da i og for sig også det sandsynlige. Ser man på de Geers isobaskart (tafl. 3, Skand. geogr. utveckl.) så synes det klart at der må ventes isobaser indenfor den for 200 m. trukne, både for 250, 300 og 350 m. Det kan indvendes at efter G. Andersson (Ymer 1897) og A. G. Högbom (G. F. F. 1897) skal indlandsseterne i Jemtland ikke vise nogen stigning østover, men de høieste hos Andersson (Kall- og Ånnissjøen) synes virkelig at vise en sådan på 0.3 – 0.5 $^0/_{00}$, den laveste (Näld) synes mindre sikkert bestemt, og endelig — nogen sikker enighet om utløsende skar og kombinasjonen av sikkert målte høider er endnu ikke vundet. I Norge mener

jeg — mot Reusch — at ha målt en stigning av hele 1 ‰ ved Østerdalen og Gudbrandsdalens seter. Seterne tilhører jo forresten en tid, den temmelig lange, konstante subglaciale, da allerede 60 % av hævningen ved kysten var avsluttet, og den antakelige hævningsforskel blir også at fordele på flere strandlinjer (G. Andersson), hvis stigning derfor blir vanskelig at konstatere. Den høieste marine grænse viser her ifølge Högbom stigning mot SO, der skulde peke på en oprindelig end stærkere sænkning i den retning under den epiglaciale storbræ *).

Går man sydostenfra, fra den Finske bugt, har *W. Ramsay* (Fennia 12 1896) vist, at der optræder et knæk i gradienten ved Salpa usselkä; indenfor mot NV ligger isobaserne med meget længere mellemrum. Dette forklares simplest ved at anta, at der foregik en hævning, mens storbræen trak sig tilbake fra Salpausselkä, som med rimelighet altså repræsenterer den lange konstante epiglacialtids endemoræne. Havet, som fulgte bræranden, kom derfor altid for sent til at nå op til stedets oprindelige sænkningsmål, den avmærkede gradient blir derfor svakere end den skulde ha været, isobaserne kommer med større mellemrum, på 200 km. kommer utenfor Salpausselkä en hævningsforskel av 125 m. (0.6 ‰), indenfor kun 50 m. (0.2 ‰) i retningen SO—NV pa Ramsays kart. Dette skulde føre til en oprindelig sænkning i linjen Sundsvall—Umeå på omkring 400 m., hvis gradienten havde fortsat uforandret. Det synes i hvertfald rimeligt at anta, at sænkningen under bræens mægtighetsakse — bræskillets midte over lavt land — må ha været så meget som 150 m. stærkere end ved randen, hvilket vil gi en oprindelig gradient under bræen fra brærand til bræskille, mot NV på omkring 0.4 ‰, mot SO på 0.3. Landet skulde altså her ha hævet sig fra ÷ 350 til ÷ 260, ca. 90 m. mens bræen smeltede væk fra Salpausselkä til Norrland. Men endnu lå det altså så lavt, at det tidligere brætryk for en ikke uvæsentlig del *erstattedes av vandets*

*) Den subglaciale strandlinje viser overalt svakere gradient, både i Sverige (de Geer, Nivåförändr.) og Norge (Strandlj. stud.).

tryk. Hævningen måtte derved sinkes, men ikke stanses; indenfor i Norrland lå i hvertfald til en begyndelse endnu en brærest, hvis avsmeltning senere kunde lette landflaten. Og vandet kunde jo trods sin større specifike vægt ikke erstatte de ismasser der lå over havnivået. Men hermed måtte det forhold indtræde, at *landet ved selve sin opdykning fridtes fra tryk*, der optræder en opdrift, hvorved igen ny vandmasse skylles av. Der indledes en så at si selvvirkende opdukningsproces, en emersjon, for at låne en benævnelse fra *Reyer*.

I dette forhold, at landet ved sin stigning fries fra tryk av vandmasserne, hvorved ny stigning sættes i gang, mener jeg forklaringen ligger for mange fænomener ved Skandinaviens nuværende sekulære stigning. Den nordlige del av Østersjøen — hvor den epiglaciale storbræ lå — tømmer sig ganske rigtig ut, som Suess har fortolket strandlinjebevægelsen, men ikke av klimatisk-hydrologiske grunde, men ved en fortsat isostatisk bevægelse efter brætrykket, der her ikke har kommet til avslutning, på grund av at landplaten kun ved en gradvis emersjon kan fri sig for trykket av de vandmasser, der delvis avløste storbræen.

Det kan indvendes — og er indvendt netop av tilhængere av isostase-teorien, som Fisher, Gilbert og Penck — at isostasen ikke kan være fuldkommen, at jordens stivhet er så stor, at så ringe belastningsforskel som her fremkommer ved at tynde vandlag strømmer av, ikke vil kunne forårsake nogen bevægelse. Hertil må imidlertid bemærkes, at det da forutsættes, at jordskorpen forøvrig er i ro. Men det er den som bekendt ikke. Den bringes trods sin stivhet stadig i bølgende bevægelse. Ikke alene ved de mærkbare jordskælv, som netop her ved Bottenhavet er temmelig almindelige. „Den vanligen på jordskalf rika sydöstra delen af Vesternorrland", (E. Svedmark G. F. F. 18, s. 39, 1896 — en eiendommelighet der her midt i gammelt grundfjeldsland i og for sig kræver en forklaring) ligger netop ved det nuværende stigningsmaksimum! Men man har også de uavbrutte mikroseismiske bevægelser,

hvorunder der nødvendigvis vil bli anledning til at gøre sig gældende, trods stivheten, for selv så ubetydelige ophævelser av likevægtsbetingelserne, som disse ved at mindre striper land dykker op over vandets tryk. Det kan hænde at det vil ta sin tid, men selv en svak spænding må til slut bli utløst under disse jordskorpesvingninger. Med dette stemmer da også induksjonen fra andre kendsgerninger, at uhyre mægtige lag av ensartet beskaffenhet, sand eller ler i formasjonerne (Zuñiplatået f. x.) viser sig avsat den hele tid under nøiagtig ensartede dybdeforhold, hvori synkningen altså må ha svaret aldeles til den gradvise belastning. Selv barometersvingningerne viser sig jo i stand til at virke på jordskorpen, som teoretisk godtgjort av S. Günther (Beiträge zur Geophysik 2, 1894—95), empirisk påvist av Rebeur-Paschwitz (Nova acta acad. Halle 1894).

Den stærkeste postglaciale hævning i det hele foregik ved storbræens midte, hvor sidste brætyngde også hvilede, men efter bræen var smeltet væk og tildels erstattet av Bottenhavets vandmasse, må det antas at hævningsaksen flyttede utover mot kysten her. Fra denne må den *vedvarende* opdyknings mål avta ut mot den gamle brægrænse mot SO. Opdriften må være ophørt, hvor der ikke mere hviler noget tryk av is eller vand, som endnu kan fjernes fra jordskorpen. Derfor stilstand i Norge og Sydsverige, men fortsat hævning på begge sider av Bottenhavet.

Hvad der gælder Bottenhavet må imidlertid også gælde andre store indsjøflater, såvel Onega og Ladoga som de store finske og svenske sjøer. Disse store, grunde vandmasser må væsentlig betragtes som relikt-sjøer, som endnu ligger igen i fordypningerne av deutoglacialt sænket land — og med sin betydelige vægt må de ha bevirket, at hævningen her blev langsommere og ufuldstændig.

Dette gir sig da også tilkende i direkte iakttakelser. Isobaserne viker fra hverandre over Ladoga (Ramsay 1896 l. c. s. 22), og Venern og Vetern er ikke så stærkt hævet som omgivelserne (de Geer, Quarternary changes of level in Scandi-

navia Bull. Geol. Soc. Am. 3, 1891). Men på samme vis som ved Bottenhavet må der også her straks indledes en selvtømning ved den isostatiske bevægelse. Som de Geer har påvist (G. F. F. 15. 1893) indtræder der nødvendig ved de fleste skandinaviske indsjøer allerede en strandlinjeforskyvning ved, at den ende, der ligger nærmest bræskil og hævningsakse, den proksimale, blir stærkere påvirket end den distale av den almindelige hævning av landplaten efter storbræen. Der nævnes særlig Venern og Øiern, der må få gamle hævede strandlinjer ved øvre ende, og Vetern og Store Le som har utløp ovenfor distale ende og derfor må få en positiv strandlinjeforskyvning, idet vandet hældes over hit. Selv har jeg (1891) målt en sådan hævet strandlinje ved Nisser- og Vråvand i Nedre Telemarken — tildels endog som sete i fast fjeld — med følgende høide over nuværende vandflate (Nisserv. 247 m., Vråvand 249 m. o. h.; seterne måltes på venstre side av vasdraget)

Nisservd. { avstand fra oset km. 7, 14, 16, 18, 22, 29, 33
h. o. Nisserv. m. 9, 11, 13, 15, 17, 19, 23.

Vråvd. { avstand fra oset km. 0, 7, 14, 17
h. o. Vråv. m. 7, 17, 22, 25.

med henholdsvis en gradient på 0.5 og 0.8 ‰ efter indsjøernes længderetning, der gir en fællesgradient på 1 ‰ N 60° V — lodret mod bræaksen — altså omtrent som den marine strandlinje i Romsdals amt. Men jeg har fåt et indtryk av, at de udprægede linjer her skyldes undtakelsesforhold*), ved de fleste norske indsjøer er det meget vanskeligt at følge nogen sammenhængende gammel strandlinje, hvortil den omstændighet vel ofte har bidraget, at utløpet efterhånden har gravet sig dypere ned i løst terrassemateriale. — Ved de epiglaciale erosjonsskåler kommer ikke vandets vægt til at spille nogen synderlig rolle i jordskorpens belastning. Vandet erstatter jo

*) De oprindelige eroderende jøkler fik sin istilføring indenfra avskåret ved, at der bakenfor i Bandak blev skåret meget dypere ned, derfor blev disse indsjøer kanske tidligere fri for jøkler.

her delvis det borteroderede fjeld, hvorav en væsentlig del igen avsættes i terrassen like utenfor, så det samlede tryk på jordskorpen vel ikke blir så væsentlig forskelligt. Nogen fortsat uttømning av dem kan heller ikke påvises. Ved midten av Tyrifjordens østside (ved gården Berget, Svangstrand) har man i brat fjeldvæg 6—7 forskellige helleristninger, skibsfigurer etc., av 2—3000 års ælde, i sådan høide at de bekvemt kunde være hugget fra flåte ved nuværende sommervandstand. Da de imidlertid står 2—3 m. over middelvandstand, 3—4 m. over isen om vinteren hvorfra de jo også kunde tænkes hugget, kan det her kanske ikke benægtes muligheten av en hævning relativt til utløpet av et par metre, skønt det mest nærliggende vel er at tænke sig arbeidet utført i den varme årstid — særlig hvis det er utført med våt sand — altså ingen mærkbar forskyvning av strandlinjen i denne lange tid. Ved Totakvand, Telemarken (Rauland), har man derimot helleristninger ikke 1 m. over almindelig sommervandstand og i en sådan situasjon, at man heller ikke godt kan tænke sig nogen positiv strandlinjeforskyvning. Dette vand ligger imidlertid så like ved den sandsynlige storbræakse, at man kanske allerede av den grund ikke kunde vente nogen væsentlig relativ forskel i hævningen.

De glaciale erosjonsskåler i Skandinavien har som regel trods sin store dybde ikke så stort omfang at en langsom uttømning av dem kan spille nogen mærkbar rolle for jordskorpe-belastningen. Anderledes ved de betydelige, skønt grunde reliktsjøer som Venern, Vettern, Mälarn, Ladoga osv. Her må der findes lignende forhold som ved Lake Bonneville, hvor Gilbert har påvist at hævningen efter indsjøens fordampning til en liten rest (som Salt Lake) har fulgt isobaser der endog angir sjøens form, stærkest (40 m.) over midten av den forsvundne 300 m. dype sjø (200 km. i diameter, ca. 50 000 km.^{2}). At indsjøer på 1 700—18 000 km.^{2} og deres gradvise uttømning må ha nogen isostatisk betydning synes uundgåeligt. Når der ved stærkere hævning av den proksimale ende foregår en uttømning av indsjøen,

må denne fortsættes av sig selv også efter storbræens avsmeltning.

R. Sieger har søkt at bestemme den sekulære strandlinjeforskyvning ved de svenske indsjøer, men er kommet til det resultat at denne er ingen eller ihvertfald mindre end ved havet (Seenschwankungen 1893). Men det er at mærke, at disse målinger burde ske ved den proksimale ende, hvorfra uttømningen sættes igang. Hvis målingerne sker ved den distale, må man efter teorien ikke kunne få nogen sænkning avmærket, da utløpet er her og bestemmer nivået — der selvfølgelig kan sænkes ved at erosjonsbasis blir lavere, som Sieger antar for Mälaren —, eller man vil trods jordskorpens hævning få en positiv forskyvning, hvis utløpet ligger nærmere den stærkest hævede proksimale, hvad der ofte er tilfældet i Sverige. Ved de indsjøer Sieger gir vandstandsmålinger fra er det kun én, hvor man har to stasjoner hvorav den ene ligger nærmere proksimalenden end utløpet, Venern (Tab. III, c). Beregner man her den relative forskel mellem middelvdst. ved Venersborg, nær Götaelvens utløp, og ved Sjötorp, vel halvveis opover indsjøen, særskilt for de to halvdele av målingsrækken 1853—89, får man en forskel formindsket med 4,4 cm., der repræsenterer en relativ bevægelse opad av skalaen ved Sjötorp i forhold til vandflaten. Dette vil forholdsvis ved Venerns øvre ende utgøre omkring 25 cm., sekulært 40 cm.

Det synes meget tvilsomt om man med Sieger er berettiget til at skrive en så pas betydelig forskel på tilfældet, stigningen har hellere påliteligere grundlag end flere av de godkendte stigninger ved kysten. Fra det eneste sted hvor teorien hittil har kunnet prøves, synes der således virkelig at foreligge bevis for en relativ hævning av den proksimale ende av indsjøen, der overalt hvor utløpet ligger ved den distale, som for Venern og tildels Mälaren, må betinge en fortsat tømning av bækkenet, i det hele en fortsat bevægelse i den av de Geer postglacialt påviste retning. Der foreligger intet som viser at forholdet er anderledes ved de øvrige store indsjøer end ved Venern.

Det ligger videre nær at se forklaringen til landets stigning ved det eneste kyststrøk hvor den er påvist for nutiden utenfor Østersjøens nordlige del, ved Båhuslen, i forbindelse med denne isostatiske bevægelse av de svenske indsjøer, nemlig hos den nærmeste og største, Venern. Når landplaten her lettes for vandtryk, hæves den med helt ut til kysten. Herimot må det indvendes, at strandlinje-forskyvningen er opført dobbelt så stor her som den relative hævning av 40 cm. vi har beregnet for øvre ende av Venern mot nedre, men det må da mærkes, at de data hvorav den sekulære strandlinje-forskyvning er beregnet, ikke er hævet over al kritik. Om vandstandsmåleren ved Hållö — der gir 81 cm., siger Forssmann 1874, at „den oprindelige har varet den hele tid (1852–75), kun at jernarmen blev brutt av og erstattet med en ny 1871. Mens Holmström derimot (1887) fortæller at den første jernarm blev avbrutt før 1867 (efter Fagerholm omkring 1863), og at da en ny stasjon blev oprettet på den anden side av øen. Tar man middeltallet av de 12 år 1852—63 og sammenligner med 1864—75 får man en forskel av 11 cm., der netop kunde gi 80—90 cm. sekulær hævning, men med like god ret kan tilskrives stasjonsflytningen 1863. Vandstandsmærkerne på Väderøerne kan heller ikke tillægges større pålitelighet. Og det må huskes at *Holmberg* (se Holmström l. c. s. 37) beskriver jernalders gravhauge helt ned til 2—3 m. o. h. Videre må det mærkes at man netop for det kyststrøk hvorfra den største hævningshøide beregnes, har flere mærkelige vidnesbyrd om relative forandringer — som fjerne kirker der fra givet sigtepunkt viser sig høiere over nøkne fjeldknaus end før o. s. v. (se Holmström sm.steds), hvilket gør den antakelse rimelig, at man på netop dette strøk omkring Uddevalla, hvor kysten når nærmest ind mot Venern (15 km.), kan ha særegne lokale forhold:

Efter isostase-teorien blir det ihvertfald forklarligt at man også her i Båhuslen, i kystranden utenfor Sveriges største indsjø der viser en sekulær tømning, må vente at finde nogen fortsat stigning, like såvel som ved Bottenhavet.

For begge steder gælder det at teorien nogenlunde let kan forklare den ujevnhet iakttakelserne viser i bevægelsens hastighet. Under samme hævningshøide kan meget forskellige arealer bli kvit vandtrykket og derved bli indledet ny hævning med forskellig styrke. Og forøvrigt er det kun rimeligt at de spændinger som indtræder ved avlastningen utjevner sig noget rykkevis.

Man kan videre efter isostase-teorien tænke sig forklaringen til den ved Södermanland iakttakne synkning — nemlig ved at en opbugning utenfor det endnu av vandmasserne stærkest nedtrykkede område synker tilbake når trykket avtar — altså i likhet med tidligere omhandlede boreale hævningsringe omkring sænkningsområdet, der sænkes igen under Litorinahavet. I så fald skulde man dog helst ventet en lignende positiv forskyvning av strandlinjen også andetsteds i en ring om hævningsområdet, hvortil man ikke har påvist sikre spor. Den ringe sænkning av landet, som er iakttat ved Dünamünde, Svinemünde, kan vel naturligere forklares, som for Hollands vedkommende, ved trykket av de sedimentmasser de store floder her fører ut. Forsåvidt indtar Södermanlandskysten en anden stilling, og man kan her efter isostase-teorien neppe påvise anden forklaring end den nævnte, at en svak utbugning utenfor trykarealet igen synker eftersom trykket fjernes. Det må forøvrigt erindres, at beviserne for den positive strandlinjeforskyvning ved Södermanland — skønt like gode som mange for den negative andetsteds — ikke er ganske ubestridelige.

Hele den postglaciale hævning av Skandinavien viser ved isobasernes jevne sammenhængende løp, at isolerede bevægelser av enkelte stykker av „landplatens mosaik", for at tale med Kjerulf, ikke har fundet sted. Nogen sikre tektoniske knæk i isobaserne ved formasjonsgrænser og dislokasjonslinjer er endnu ikke påvist, *de Geers* sammenstiling av hævningsarealet med det arkaiske skjold er jo rent generelt, og *Högboms* antydning om avbrytelser ved silurens grænser i Jemtland er endnu ikke dokumenteret. De skandinaviske nivåændringer bærer i

det hele et umiskendeligt præg av at være en sammenhængende jordskorpe-bevægelse. De stærke avvikelser i den målte hævning mellem nærliggende mærker må derfor sikkert som regel bero på målingsfeil. Når imidlertid Stockholm viser en større sekulær hævning end de omgivende stasjoner, så kan dette kanske forklares ved at dette strøk lettes både ved Mälarens tømning og ved Bottenhavets. Likeså når stasjonerne på øerne i Ålandshavet og søndenfor viser mindre tal end fastlandsstasjonerne omkring. At der ved Østerbottens kyst, trods større avstand fra hævningsaksen, viser sig næsten like stærk hævning som ved Vesterbottens, kan endelig sees i forbindelse med det meget større vanddække der ligger over Finland, ialt 48 000 km.^{2}, 1/8 av landets overflate.

I det hele synes således den sekulære hævnings geografiske utbredelse og *relative* størrelse ganske utvungent at kunne utledes av isostase-teorien, ved at landplaten efterhånden lettes fra trykket av vandmasserne i Bottenhavet og de store reliktsjøer i Mellemsverige og Finland. Derimot er det øiensynlig meget tvilsomt om den tryk-lettelse som indtræder ved at disse sjøer langsomt heldes ut, er tilstrækkelig til at forklare hævningens *absolute* størrelse. Siegers undersøkelse synes ihvertfald at vise at de svenske indsjøer ikke tømmes så hurtig, at strandlinjebevægelsen ved Kattegat og Stockholm helt ut kan forklares derved. Og man kan føre det almindelige ræsonnemang, at da fjeldmassen har 2,6 gange så stor vægt som vandet, blir det fjernede vandtryk hver gang kun erstattet med mindre end 1/4 av samme høide land, der blir derved kun indledet 1/4 så stor ny hævning o. s. v. Rækken må hurtig konvergere mot 0, selv den nuværende sekulære hævning på 1 m. omtrent i Bottenhavet må hurtig føre ned til et umærkeligt minimum.

Selv om altså den nuværende sekulære hævning viser sig tydelig knyttet til reliktsjøerne, så drives vi ved dette kvantitative underskud et skridt længere tilbake for at finde årsaken til jordskorpe-bevægelsen. Det viser sig ikke nok at holde sig alene til den nuværende fjernelse av vandtrykket, sammen-

hænget med det oprindelige brætryk er øiensynlig at se mere direkte end kun som en indleder av sjøernes selvtømning.

Vi føres helt tilbake til likevægtsforholdene *før* den sidste storbræ-belastning indtrådte, for at få tilstrækkelig forklaring.

At der i interglacialtiden var indtrådt fuldstændig likevægt i jordskorpen i Skandinavien kan vel ikke vites med sikkerhet. Den interglaciale erosjons størrelse og de store biologiske skifter taler for at denne periode var adskillig længere end postglacialtiden — et resultat hvortil både amerikanske og alpine forskere er kommet — og da det må antas at det ikke kan vare længe, geologisk talt, før den nuværende sekulære bevægelse under de grunde relikte vandmasser må føre til likevægt, synes meget at tale for at der her i det gamle erosjonsstrøk, „det arkaiske skjold", ikke mere herskede nogen trykspænding ved interglacialtidens slutning, at ihvertfald nivåbevægelserne efter det store protoglaciale istryk var så nær sin avslutning, at den spænding eller opdrift som kunde stå til rest ikke var stor nok til at indvirke mærkbart på de til sidste istid knyttede isostatiske fænomener.

I denne interglaciale tilnærmede likevægtstilstand bringer altså den neoglaciale storbræ forstyrrelse. Der utvikler sig en opdrift mot brætrykket — under en storbræ med konstante endejøkler ved fjordbundene — tilstrækkelig til at holde jordskorpen konstant ved den kraftig utprægede epiglaciale strandlinje. Og denne opdrift er det vi — for at forklare den sekulære hævning — må anta endnu virker efter at bræen er smeltet væk, der må findes igen et bevægelsesmoment mot den oprindelige likevægtsstilling overalt hvor denne ikke er nådd*).

*) Til denne opfatning, at det vel så meget er den oprindelige opdrift efter den epiglaciale storbræs tryk som bestemmer hævningen som den senere belastning, svarer H. Munthes isobaser for litorinastrandlinjen, der følger parallelt den epiglaciale brægrænse og sekulærisobaserne. G. de Geers isobaser mere parallelt med den sidste (subglaciale) storbrærest tilkender derimot dennes tryk en mere avgørende betydning.

De geofysiske konsekvenser som vil kunne drages av denne slutning, hvortil vi er ført for at søke en forklaring av Skandinaviens nuværende stigning, kan ikke følges her. Det er dog klart at det vil ha sin store betydning at få fastslåt, at en sådan nedsænkning av jordskorpens nedre grænse ned i det plastiske underlag, som betinger opdriften, har kunnet holde sig gennem sidste istids tusenår uten at bli ophævet ved avsmeltning. Det blir en slags empirisk støtte for Fishers teori om bergkædernes dyptstikkende underlag, fjeldenes røtter. Det er sandsynligt at man, når man kan skaffe sig sikrere mål for de forskellige belastninger — storbræens mægtighet, reliktsjøernes volum på grundlag av bedre topo- og hydrografiske karter end nu — under de ved de forskellige strandlinjer avmærkede konstante perioder, vil være i besiddelse av vigtige kvantitative data til at bestemme jordskorpens egen stivhet, tyngde og mægtighet, utledet av opdriftens størrelse under vekslende belastning. Men dette blir en opgave for sig.

Her skal kun fremhæves, at vi øiensynlig fremdeles er i fuldstændig overensstemmelse med den såvel teoretisk som empirisk så vel begrundede isostase-teori, når vi ved studiet av de nuværende strandlinje-forskyvninger føres til den opfatning, at der endnu længe efter storbræens avsmeltning findes igen et moment av opdriften efter denne, nemlig overalt hvor det gamle nivå ikke er nåd på grund av at vandmassers tryk er indtrådt i stedet. Og set fra denne form av teorien synes samtlige postglaciale nivåændringer i Skandinavien at få en både kvalitativt og kvantitativt fuldt tilfredsstillende forklaring.

Jordskorpen har i postglacial tid søkt at nå sin oprindelige, ved den neoglaciale storbræs vægt forstyrrede likevægtstilstand. Dette er også, under og efter bræens undertiden længe avbrutte avsmeltning, efterhånden opnåd i Skandinavien, undtaken hvor store vandmasser endnu ligger igen over bræsænket land. Her blev hævningen sinket av vandtrykket, der kun langsomt fjernes, ved at Bottenhav og relikt-

indsjøerne i Sverige og Finland heldes ut, og fortsætter derfor fremdeles omkring disse. Analogien mellem Bottenviken og Hudson Bay, hvor en fortsat hævning av landet må ansees som nogenlunde sikker, bør også fremhæves i denne forbindelse. Den ved vandmassernes gradvise uttømning fremkomne „selvvirkende" avlastning er vel ikke tilstrækkelig til at forklare hele den fortsatte bevægelse — opdriften hos den endnu ikke helt til det gamle flyte-nivå opdukkede landplate må endnu være i virksomhet — men vandavlastningen har dog en relativt så stor betydning, at den i ikke uvæsentlig grad bestemmer isobasernes retning, både tidligere, postglacialt f. x. omkring Ladoga og Venern-Vettern, og ved de nuværende sekulærisobaser omkring Bottenhavet og hvor det svenske reliktsjø-bælte nærmer sig kysten. Overalt *svarer strandlinjens forskyvning til denne dobbelt betingede isostase-bevægelse hos jordskorpen: opdriften efter brætrykket og opdriften efter de vandmasser som heldes av ved opdukningen. Ved dette forklares utvunget såvel de tidligere postglaciale nivåændringer som Skandinaviens nuværende stigning.*

Juni 1898.

Feiltryk: Side 30 linje 7 fra neden + 8 for + 6.

Sumary of contents.

The Rise of the Land in Scandinavia.

I. Mean level of the sea.

Some years ago Dr. Reusch recommended that permanent marks should be made at several places on the northern coast of Norway for fixing the actual sea-level in relation to the land. This measure was carried to effect through a grant of the storthing and has occasioned the present paper.

The marks were made in the rock „in situ" at a carefully stated distance from the upper horizontal limit of the belt of *Fucus vesicolosus*. The trustworthiness of this natural horizon, which must depend on the mean sea level, is discussed, and it is admitted that though varying much in relative height in different places, the fuci will at a given place indicate changes in the mean sea level, with an accuracy not inferior to that obtained by directly observing the height of the water for a rather considerable time. The common instruments for measuring the sea level prove liable everywhere to get their datum level altered in the course of years, and the time necessary to get a mean not influenced by accidents is very long.

The rhythmic fluctuations of the sea level on the Scandinavian coast are to begin with the tides (outside the Baltic), the lunar wave being 30—210 cm., the solar wave 10—60 cm. Then we have an annual variation of 15—30 cm. in the monthly means (fig. 1), with a minimum in April and a maximum in midwinter on the northern coast (N.); the Baltic (Ø) behaves as a great lake, with a minimum in April, when the rivers carry least water, a maximum late in the summer, when the thawing of the snow is followed by the greatest rainfall. The brackish outflow water from the Baltic runs as a strong current along the western Swedish coast and the southern Norwegian, joined with the fresh water from the rivers, and carries the Baltic type of the annual variation far up the western coast of Norway (S) where it is combined with that of the Atlantic. These annual variation curves are however only averages: the mean of a single month can vary 20 cm. or more (up to 50!). The mean sea level for the whole year will accordingly vary, only not in quite the same degree. Even for periods of five or ten years the difference will reach 10 cm.

All these more or less rhythmic variations of the sea level are interfered with by more irregular meteorological factors and by local peculiarities at the observing place, often with quite as great amplitudes. Thus the very great difficulties in getting reliable dates for stating a slight permanent „secular" change of the sea level in relation to the land are evident.

II. Secular changes in the sea level.

A. *Norway.* Regular observations by *selfrecording instruments* or by fixed *scales* are of so recent date in Norway, that it is not possible yet to get any information through these means.

I 1839 there were, on many places on the southern coast, between the Swedish boundary and Stavanger, placed *sea level marks* (table pp. 20—21). These should fix the mean sea level as found by observing the tide between the 8th of Juny and the 4th of July, and were revised in the same season in 1865 and again in 1890. In most cases the tide was observed in only few days, sometimes even only on tide wave measured (colum. 1—3 p. 21). On reflecting upon the great differences which are known between single days (cfr. fig. 3) and between whole months, it is easy to see that this method can only give very uncertain results.

The accordance between the observed differences in the mean sea level for the years 1839 and 1865 (column 4 p. 21, in centimetres) is however so great that it seems reasonable to accept as a general conclusion that the sea level on the southern coast of Norway in 1839 was about 9 cm. higher in relation to the land, than in 1865. The mean difference 1865—90 was again ÷ 1 cm. By excluding from the calculations the places where the tide observations in any of these years covered less than a week, the observed mean level of the sea in 1865 is 2 cm. lower than in 1890, at the stations between the Swedish boundary and Lindesnes (nr. 1—14) 3—5 cm. Differences of 5 or 9 cm. between the means of the same month in different years are however smaller than many observed in the few years we have had observations by selfrecorders, — 5—24 for Juny. It is consequently impossible to infer any secular change from these observations 1839—65—90, which besides do not point in the same direction.

By studying the height of the water in the Baltic in these same years it is found that in 1839 it was 2 cm. *above* the mean 1825—38. 40—53, in 1865 5 cm. *below* that for 1855—64. 66—75. The relative difference 1839—65 was thus ÷ 7 cm. In 1890 the mean level, for the year as for July, was 4 cm. *above* the mean.

Thus:	1839	1865	1890
Baltic	+ 2	— 5	+ 4 cm.
Skagerak	+ 6.	— 2	+ 2 cm.

As the Baltic type of the year curve (monthly means) — and even for the whole years as far as the observations go (fig. 2) — prevails on the southern coast of Norway, the heights observed here are exactly such as were to be expected theoretically in correspondence with the Baltic. The differences may have been accentuated by the fact, that the freshets in the two greatest rivers in Scandinavia, Götaelv and Glommen which add their light water in Juny to the superficial coast current from the Baltic, in 1839 were very much above the average, in 1865 still more below. As every secular change is eliminated by the calculation of the Baltic mean, we may conclude: that the observations made on the level marks of 1839, not only are wholly inadequate to prove the supposed rise of land in southern Norway, but on the contrary prove the constancy of the sea level for the last century.

The observations during the same years at the level marks on the western coast (nr. 22—28 p. 20) are too defective and contradictory to be of any consequence.

Casual observations of change of sea level are made in the course of time, at rocks and houses etc. near the sea. Very often the supposed „rise of land" is explicable by the filling up of creeks and sounds by stream- and wave-transported loose material. Others are too uncertain. But there are some precise statements of a rise of rocks etc., and on the contrary we have in a few places evidences of lower water previously. The supposed great rise of land in Finmarken is questioned, as the alleged dates from Alten are unreliable, and the level of Vardø is practically the same now as 300 years ago. The difference in sea level necessary to bring forth almost all anyway trustworthy recorded facts is not greater than observed between neighbouring years.

In accordance with the observed difference in the mean sea level of whole periods of five or of ten years, when compared with each other, it is to be expected that there will be even longer periods of years with generally high water, followed by others with generally low. In this case it

is obvious that there will come forth observations interpreted as direct evidence for a secular rise of the land. In the opposite case, the sea will often cover the indications, and it is only indirectly in relation to the following high water period, that a low level period can be supposed.

A table (p. 51) of the most trustworthy records of such changes of level in the last 200 years actually shows an alternation of high (+) and low (÷) water. On comparing these periods with the alternating climatical periods of cold-and-humid (●) and dry-and-warm (○), as stated by Brückner, the concordance is striking. A connection between the sea level and climatical factors is not to be doubted. The curves for the yearly means at the selfrecording apparatus at the sea level observatories in northern Norway follow obviously the curves of the barometer, low water corresponding with high barometrical pressure and vice versa (fig. 4). A variation of 1 mm. in mean pressure for the year answers to about 10 cm. in mean level. Now the barometrical mean can vary 1 mm. for periods of five years as shown by the meteorological observations for 1866—95, and presumably quite as much in the Brückner periods. Accordingly a variation in mean sea level of 10 cm. may be expected in such periods in the Norwegian sea, as already observed in the Baltic.

The Brückner periods are of very irregular length, so astronomical causes may be excluded. In search of competent causes, it seems a fair conclusion to ascribe the variations to the great North Atlantic current, the Gulf Stream, which also causes the great anomalies in the climate of Norway, and western Europe on the whole. Such great ocean currents sum up the results of many years meteorological work of insolation and wind, and it may be presumed that there will be found compensating variations in strength and direction, of a duration necessary for answering to the Brückner periods. Continued study of the sea level on the Norwegian coast will perhaps be able to contribute much to the solution of this problem.

Archæological evidences go farther back in time than the observations hitherto recorded. In Smålenene to the east of the Kristianiafjord, there is a great number of rock sculptures (helleristninger) which are referred to the close of the Stone Age and especially to the beginning of the Bronze Age. None of these are found below 22—25 m. above the sea, and seem also by their location to record a sea level as much higher than now, in relation to the land. In the same district there are many place names which only retain any topografical meaning if we assume that the sea level was about 20 m. higher formerly than now, names compounded with island, hedland, creek, sound, stream, place of landing etc., for places now in many cases several kilometres from the sea. But as many place names may date from the first occupation of the land by the Norwegians in the Stone Age, the rock sculptures are perhaps nearer our time, and record that — say 2—3000 year ago — the sea level was more than 20 m. higher than now in relation to the land.

From the close of the Bronze Age or from the early Iron Age we have cairns very near the present beach, and from the later Iron Age we have also other fixed relics along the coast, now quite as near the sea level as it is possible for them to be. Upon these archæological evidences it must be concluded that the sea level has not been subjected to any permanent, secular change on the Norwegian coast in the last millennium, very likely not in the last two thousand years.

Geological. The present shore line in Norway claims a very considerable age. It is impossible to assume that the common precise, strongly developed beach between the actual tide marks has been formed under any however slow secular shifting of the sea level. The rocks immediately above show in some places the work of the breakers now, which can not be observed farther up, and the surface profil in loose material does not answer at all to a regular rise of land. The size of the beach is often so considerable that it seems rather difficult

to confine its time of formation within the limits given by the archæological chronology.

Any measurable secular change of the sea level in modern time is then out of question on the Norwegian coast, as far as actual observations go.

B. *The Baltic.* No more has any permanent change of level been proved on the Danish, German or Russian coast of the Baltic. All observations show constancy, except perhaps a doubtful sinking of the land near the mouth of great rivers (Swinemünde, Dünamünde). For Sweden and Finland however the case is different. The famous question of the rise of the land or the sinking of the water has here given rise to long controversies in the last two centuries, and caused sea level marks and scales for observing the variations to be established long ago at many places, and since studied by many scientists. The difficulty in getting unequivocal data has proved very great. The author of this paper can not accept the current conclusion for *southern Sweden*, based on few and ostensibly weak data. The scales are here almost everywhere displaced, the observations give at some places results quite irreconcilable with topographical facts and with very precise proofs of a constant sea level at neighbouring places (Kalmar, Karlskrona, towns at the Sound etc.)

The observations at the stations in the *middle and north* of *Sweden* may sometimes also be rather uncertain, but here there can be no doubt as to the main result: a general shifting downwards of the sea level in relation to the land. In the Gulf of Bothnia this is proved, not only by the conformable observations at many sea level marks, but also by several selfrecording instruments. Historical facts alone would bear the conclusion. There are, in Norrland, towns originally founded near the river mouths which later must be removed seaward to remain accessible for ships, or now lie far up the rivers. In *Finland*, land „planked" (divided between the owners) by the authorities a century ago, must in many places be repartitioned, as the

pieces situated on sloping shores have grown out of proportion. To the town of Hvittisbofjärd was added 1784—1894 667 hektars! The river transport is quite insufficient to explain the land growth. Archæological finds are, when the land is sloping gently, only made at a distance from the shore. Where the wood reachs the Swedish shore, there is outside the great spruces a belt of only young trees.

It must thus be considered as an established fact that there goes on in the Gulf of Bothnia „eine negative Verschiebung der Strandlinie". The maximum is observed at the Swedish coast between 62 and 64° N. Lat. estimated at 1·5 m. pr. century. On the north side of the Gulf of Finland, and on the Swedish coast as far south as Stockholm, the same phenomenon is observed, in the last place however estimated at only ½ m. pr. century.

For the western coast of Sweden, to the north of Göteborg, a change of the sea level in the same direction is also alleged. The observations are by no means unimpeachable, but the evidence must perhaps on the whole be esteemed fairly good.

The facts in the question about the change of sea level in relation to the land in Scandinavia may be stated thus: In all Norway and round the main southern part of the Baltic all observations for centuries show a constant mean level, with periodical oscillations to both sides. Along the Gulf of Bothnia, the northern side of the Gulf of Finland and presumably along Categat, in Båhuslen, a secular rise of the land takes place („eine negative Verschiebung der Strandlinie").

III. The cause of the rise of the land.

In old discussions of this famous question many scientists sought the cause in a decrease of the water. E. Suess has as late os 1888 maintained this opinon, setting up the theory

that the Baltic for a couple of centuries has been diminished only by a change of climate. The insufficience of every possible meteorological or hydrological change to explain the facts has however been so conclusively proved by Brückner, Penck and Sieger, that we unavoidably are thrown upon a single interpretation: *it is the land that rises*, in relation to a constant mean sea level. It is a geological problem, not a hydrological.

There are two facts which at once attract the attention of geologists: first that the axis of rise is parallel of the longitudinal axis of height of Scandinavia; next that the present maximum rise falls within the same area as the maximum rise of Scandinavia in the whole postglacial time. These coincidences can not well be accidental.

Leaning on the first fact, Nathorst and others have postulated that the present rise of the land is an orogenetic movement along the old axis. A single continuous arch 1400 km. wide is however quite exceptional, the quite analogous American postglacial arching up is even 3000 km. The strain on the encircling area must needs be inconceivably great. And yet we have in the Wahsatch etc. not far away proves for a contemporary lack of horizontal pressure. How the earth's crust — perhaps some 30 km. thick — could bear the strain in such uplifts is not very intelligible.

In all formerly ice-covered regions we have a postglacial rise, quite independent of the varying geological structures. Hence a genetic connection between the ice cover and the succeeding rise of land is very plausible, and perhaps actually accepted by most geologists. The attraction theory of Penck and the geoisothermic of Drygalski are quantitatively quite inadequate. The hypothesis of the general postglacial rise as caused directly by the removal of the ice pressure on the flexible crust of the earth was first started by Jamieson 1865. This theory was in 1890, indepently on Scandinavian data, accepted by de Geer in Sweden — with reservations — and the author (Strandlinje-Studier). The *isostatic* movement of

the earthis crust is later on demonstrated on a more general basis, and may now unhesitatingly be assumed as a geological fact. All known late glacial and postglacial changes of level in Scandinavia get a simple explanation through this theory. Some exceptions assumed, especially by de Geer, are discussed, and it is shortly shown that they seem more hypothetical, than founded on really observed data.

The greatest postglacial rise answers to the area of the greatest depression below the axis of the inland ice, with a maximum of 250 m. about the central part, in Norrland. The greatest secular rise now appears on the coast of the same district. It seems unavoidable to combine both facts. It might be supposed that the readjustment of the earth's crust after the depression is not yet finished here; through the weight of the ice. We do not know the rate at which the equilibrium is regained. But it must be more in accordance with the theory of isostacy to take into account *the weight of the water* which in a great degree replaced the melting ice. When the ice retreated from Central Sweden, the Gulf of Bothnia and Finland, the sea stood up to 250 m. higher then now in relation to the land, and the enormous weight of the water must according to the theory prevent the earths crust from reaching its former equilibrium. The crust movement continued yet however, as the remainder of the inland ice to the westward melted. Through this emergence some of the covering water was poured out, the weight of the water sheat decreased, new crust movement was initiated, and so further on. By this automatic emptying of the great residual water sheat in the Gulf of Bothnia, the earth's crust slowly is regaining the equilibrium which was disturbed by the weight of the late glacial ice.

The continued rise of the land about the Gulf of Bothnia may thus be explained in strict accordance with the theoretical and empirical so well founded theory of isostacy.

In Norway and Southern Sweden the topography prevented greater water sheats from being retained on the land by the

rise of the areas depressed below the sea level. No great residual lakes here impeded the readjustment of the crust, and the equilibrium was reached one or two thousand years ago. The middle of Sweden and Finland on the contrary are covered with great residual lakes, Venern, Vettern, Mälaren, the complicated Finnish lakes, Ladoga. Here as at the greatest residual water sheat, the Gulf of Bothnia, the readjustment is not yet complete. This appears in de Geers map of isobases in Scandinavia, which show Venern and Vettern less risen than the neighbourhood, and in Ramsay's map of Finland, where these lines of equal postglacial rise diverge above Ladoga, and lie at greater intervals above the Finnish lakes than beyond. These residual lakes seem also to be emptying themselves automatically. At Venern there are two stations for water height observations, one at the mouth and the other half up the great lake. The observations seem to indicate that the upper station has gained in relative height at a rate of more than 20 cm. in the century. It is obvious that we here may see the reason for the local continued rise of the land at the Båhuslen sea coast which is situated only a few kilometers outside Venern. Perhaps we see a like influence of an emptying of the lakes at Stockholm, at the mouth of Mälarn, and on the north sea coast of the Gulf of Finland, outside the Finnish lakes and Ladoga.

It is thus possible to explain the whole of the anyway reliable observed changes of level in Scandinavia, both as to geographical distribution and relative degree, by the isostacy theory. The movement of the earth's crust to regain its equilibrium, disturbed by the inland ice, is finished in most places in all Norway, but is continued yet everywhere where the ice load was replaced by residual waters, which now are gradually poured out automatically.

No. 2

Strandliniernes fald

Af

Amund Helland.

No. 2

Strandliniernes fald

Af

Amund Helland.

Strandliniernes fald.

I fjordene og ved kysterne i Tromsø amt sees paa mange steder *to* strandlinier, den ene over den anden; nogle steder er der kun *en*; det er nævnt, at der ogsaa skal forekomme *tre* strandlinier over hverandre; at tre over hverandre liggende linier kan optræde, tør ikke benægtes, men jeg har ikke seet det.

Strandlinierne i Tromsø amt er maalt paa ikke faa steder af *H. Mohn* og *K. Pettersen*, saa man skulde tro, at deres beliggenhed i forhold til horizonten var bragt paa det rene.

Det vil imidlertid fra literaturen over strandlinierne være bekjendt, at *Bravais* og *Chambers* ved maalinger i Altenfjorden paaviste en skraaning hos strandlinierne, medens *Kjerulf*, *Mohn*, *Pettersen* og *Lehmann* senere antog mærkerne efter den gamle havstand for horizontale, hvorefter *de Geer* og *Andr. M. Hansen* i senere tid atter tog Bravais' gamle maalinger fra 1839 i forsvar og hævdede, at strandlinierne har et fald.

Er det saa, at to strandlinier optræder over store dele af det nordlige Norge, saa maatte det ved en række af maalinger forholdsvis let kunne paavises, om de er vandrette, eller om de har fald, og da hvilken faldretningen er, og hvor stor faldvinkelen er.

I Tromsø amt har jeg i 1898 foretaget en del saadanne maalinger, og skal her først anføre tallene, ordnede saaledes, at de høieste linier kommer først.

	Øvre linie.	Nedre linie.
Uren i Lyngen	—	24.1.
Aanstad paa Andørja	62.7	22.7.
Aandervaag paa Andørja	61.4	22.2.
Havnnes paa Ulø	60.9	22.8.
Vinje paa Dyrø	60.8	21.6.
Fagerhaug i Ramfjord	—	21.6.
Rotsund i Skjervø	59.7	23.4.
Ulsnes i Karlsø	57.0	19.6.
Gansaas i Trondenes	47.7	—
Kjeø i Trondenes	46.5	17.1.
Lundenes paa Grytø	44.4	18.3.
Bjørneraa paa Grytø	43.8	16.8.
Skjervø	41.7	18.0.
Kaldsletten ved Tromsø	41.6	19.3.
Finkroken paa Reinø	38.1	14.5.
Glimma ved Langsund	37.2	14.4.
Reinsvold paa Reinø	33.5	15.5.
Karlsø	32.1	15.0.
Lanesøren paa Vannø	29.4	11.1.
Kvitnes paa Vannø	28.7	11.0.
Helgø	17.0	8.0.
Skaland i Berg	16.7	—
Mikkelvik paa Ringvasø	10.7	—

Ved maalingerne er benyttet en stang og Wredes nivellerspeil.

De maalte liniers geografiske beliggenhed vil sees paa ledsagende kart over Tromsø amt, paa hvilket de maalte punkter er angivne med en rød ring og strandliniernes høide over havet med røde tal.

I Tromsø amt er forskjellen i havstanden ved flod og fjære temmelig betydelig.

I Karlsø angives forskjellen at være efter anstillede maalinger mellem 2.7 og 4.5 meter (8.5 og 14.5 fod).

I „Den norske Lods“ angives vandets stigning ved spring-

tid til 3 meter, og *Karl Pettersen* angiver at forskjellen mellem flod og fjære i regelen er 2,3 meter.

Paa grund af forskjellen i flod og fjære blir udgangspunktet for maalingen ikke helt sikkert. Karl Pettersen benyttede som udgangspunkt linien for almindelig flod eller almindelig høit vand; i tabellen over de maalte punkter staar „høiden over midlere vandstand".

Bedst er det at have et bestemt naturligt niveau som udgangspunkt ved maalingerne, og som saadant kan tangbeltet benyttes. Min stang er altid sat paa det sted paa fjeldet, eller paa den sten, hvor den første eller øverste tangdusk voksede.

At bestemme det punkt paa strandlinien, hvortil der skal maales, er ikke altid saa ligetil.

Strandlinierne er ikke mathematiske linier, og om en strandlinie i afstand fra et dampskibsdæk tager sig ud som en vandret chaussé, saa vil den ofte, naar man kommer op til linien, vise sig at have humper og ujevnheder, der hvor man i afstand tænker sig en bane, jevn som fladen paa en vei.

Hertil kommer, at der i mange udprægede og gode linier har lagt sig jordsmon og torv, saa at man, naar man sigter ind linien, kan faa med jordsmonnets eller torvlagets mægtighed og følgelig maaler en høide, som er lidt for stor.

Hvilken nøiagtighed mine maalinger kan gjøre fordring paa, ved jeg ikke.

Naar alle feilkilder tages med i betragtning, tror jeg nok, at de skulde være nøiagtige omtrent paa 1 meter, og med denne nøiagtighed kan man taalelig godt bestemme beliggenheden af planet gjennem strandlinierne med saa stor sikkerhed, at faldretning og faldvinkel kan bestemmes temmelig nøie; men de punkter, der kombineres, maa helst danne en nogenlunde ligesidet trekant eller ialfald en trekant, i hvilken høiden ikke er liden sammenlignet med sidernes længde.

Ved maalinger af strandlinier bør aneroidbarometer ikke benyttes.

Vistnok kan man paa mindre høider faa ret gode maalin-

ger med disse barometere, men de er uselvstændige instrumenter, som kan faa indfald, saa maalingerne kan blive usikre.

At maalingen med sekstant fra fartøi, med afstand taget ud af karterne, kan give gode maalinger, tør ikke benægtes men da afstanden blir usikker og undertiden maa gisses, saa kan maalingerne blive usikre eller slette.

Som bevis kan anføres, at officererne paa dampskibet „Hansteen" maalte 2 strandlinier paa Kjeø og fandt dem: Nederste linie 11 meter, øverste linie 25 meter. Ved nivellement fandt jeg paa Kjeø nederste linie 17,1 meter, øverste linie 46,5 meter. Saa store feil fører til forvirring.

Da man stadig kan se to strandlinier over hverandre, saa ligger den antagelse, at der i regelen kun er to strandlinier, unægtelig nærmest, og kun hvis maalingerne viser det modsatte, tør man opstille flere end to strandlinieniveauer.

At tidligere iagttagere har antaget saa mange niveauer hos strandlinierne, synes delvis at staa i forbindelse med, at man uden videre har sammenlignet strandlinierne med terrassefladerne ved elvemundingerne.

Vistnok er mange terrasser ligesom de her omhandlede strandlinier vidnesbyrd om en forandring af beliggenheden mellem havet og landet, men de forandringer, som foregaar ved en elvs munding, er mange; terrasser med terrasseflader bygges op og rives ned ved flomme og ved de under elvens arbeide stedfindende afsætninger, udglidninger, elvebrud og gravninger.

Endog ved smaa elve kan man i Tromsø amt tælle flere terrasser, endog op til 12 med forskjellige niveauer, uden at man nogensteds finder et lignende antal strandlinier liggende over hverandre.

Strandliniernes høider gjør indtrykket af at være sikrere mærker for havets gamle stand end terrasser; hermed er det ikke meningen at benægte, at terrasser, særlig de høieste, ofte kan være tjenlige til gode bestemmelser af den gamle havstand, men her, hvor det særlig gjælder en undersøgelse af strandliniers fald, bør terrasserne holdes, saavidt muligt, udenfor.

Ved maalingerne og diskussionen af maalingerne er brugt følgende fremgangsmaade:

Strandlinierne er overalt maalt der, hvor de var gode og udprægede, eller rettere paa de steder, hvor de synes at være bedst.

Naar man har tre punkter, som ikke ligger i en linie, maalt paa en og samme strandlinie, og afstanden mellem de tre punkter kjendes fra kartet, saa er beliggenheden af planet gjennem strandlinien bestemt; thi tre punkter, som ikke ligger i samme linie, bestemmer et plans beliggenhed.

Har man paa tre steder maalt høiden baade af den øvre og den nedre strandlinie, saa kan man bestemme, hvor stor heldning planerne gjennem begge strandlinier har, samt retningen, hvori de helder, det vil sige, det, som vi i geologien kalder „faldretningen" og „faldvinkelen".

Vælger man to punkter, f. eks. paa strandlinien ved *Vinje* paa Dyrø og *Havnnes* paa Ulø, hvilke punkter ligger langt fra hverandre, men har omtrent samme høide, 60,8 og 60,9 m., saa vil en linie gjennem disse to punkter blive strøglinien, som maalt paa kartet blir øst 36° nord, medens faldretningen som staar lodret paa samme, blir nord 36° vest. Sammenlignes disse to punkter med et punkt ude ved havet, som ved *Helgø*, hvor øverste strandlinie er 17 m. o. h., saa findes, at faldets størrelse er 1 paa 1 276. Maaske er det bekvemmest at angive faldet i meter for km. og i vinkel. Faldet bliver her 0.78 meter pr. km. eller 0° 2′ 41″.

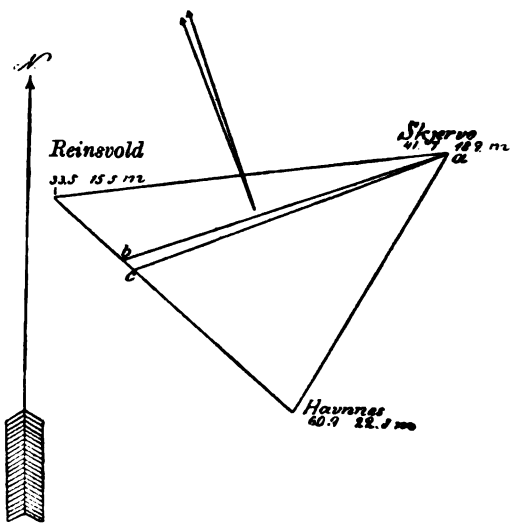
Vælges paa samme maade 2 punkter paa den nedre strandlinie, hvilke punkter begge ligger i samme høide f. eks. *Vinje* paa Dyrø og *Fagerhaug* i Ramfjord, der begge har en høide af 21.6 m., saa blir linien mellem disse punkter strøglinien eller strøget er N. 41° V.

Kombineres disse med den nedre strandlinie paa Helgø, hvis høide er 8 meter, saa faaes, at planet gjennem strandlinierne falder 1 paa 3 324, svarende til 0.30 meter pr. km.^{2} eller 0° 1′ 2″.

Disse tal viser, at den øvre strandlinie efter denne kombination falder stærkere, nemlig 0,78 m. pr. km., medens den nedre falder 0.30 m. pr. km., eller i vinkler 0^0 2′ 41″ og 0^0 1′ 2″. At det er berettiget at kombinere disse 6 nævnte punkter 3 og 3, vil vistnok godtgjøres ved de i det hele overensstemmende resultater, hvortil man kommer ved at kombinere et stort antal punkter paa øvre strandlinie og paa nedre. Fremgangsmaaden, som er benyttet ved den almindelige konstruktion af faldretning og faldvinkel, er simpel.

Der er f. eks. (se hosstaaende figur) maalt strandlinierne ved *Havnnes*, paa *Skjervø*, og ved *Reinsvold* og fundet følgende høider

	Høider i meter	
	Øvre linie.	Nedre linie.
Havnnes	60.9	22.8
Skjervø	41.7	18.0
Reinsvold	33.5	15.5



Den øvre linie sænker sig paa strækningen fra Havnnes til Reinsvold fra 60.9 m. til 33.5 m. eller 27.4 meter paa en strækning af 33.6 km., som er afstanden mellem de to steder.

Heraf lader sig let beregne paa hvilket punkt paa linien mellem Reinsvold og Havnnes høiden 41.7 m., som er høiden for øvre strandlinie paa Skjervø, ligger. (Propotionen 27.4: 33.6 = 8.2: x). Det blir en afstand af 10,1 km. fra Reinsvold, maalt paa linien mellem Reinsvold og Havnnes. Linien a b paa hosstaaende figur blir det, som vi kalder strøglinien, og linien lodret paa denne blir faldretningen, paa figuren betegnet ved en pil.

Selve faldvinkelen er det da let at regne ud ved hjælp af maal fra kartet og høiderne.

Da man ved at lægge et plan gjennem de tre punkter, hvor strandlinien er maalt, i virkeligheden afskjærer en kalot af jordens overflade, saa bør det punkt, hvorfra tegnet for faldretningen afsættes, rigtigst henlægges til midtpunktet for den cirkel, som gaar igjennem alle de tre maalte punkter.

Paa lignende vis kan man bestemme faldretning og faldvinkel for planet gjennem den nedre linie.

Udfører man disse beregninger, vil man finde, at det plan, som gaar gjennem den øverste strandlinie i punkterne Reinsvold, Havnnes, Skjervø falder mod nord 19° vest, og at faldets størrelse er 0.84 pr. km.^{2}.

For den nedre strandlinie vil man finde, at den falder nord 21° vest, og at faldets størrelse er 0.24 m. pr. km.^{2}.

Udtrykt i grader og minutter vil dette sige:

Den øvre linie falder 0° 2′ 53″, medens den nedre linie falder 0° 0′ 50″.

Disse tal og de tidligere fundne stemmer overens deri, at faldet er mod nord og vest, og at den øvre strandlinie falder stærkere end den nedre.

De senere omtalte kombinationer viser, at faldet i den sydvestlige del af amtet er mere vestlig end i den nordostlige del, eller faldet svinger med kystlinien.

Foreligger der hele rækker af maalinger af strandlinier, saa kan man ved at kombinere tre og tre paa forskjellig vis faa en hel række af fald og faldvinkler til kontrol og oversigt, og

antallet af saadanne kombinationer blir med de voksende antal maalinger overmaade stort.

Det er selvsagt, at man ved disse kombinationer helst bør vælge tre punkter, der ligger i nogen afstand, dog ikke for stor. Saaledes er de tre punkter i det første exempel, *Dyrø*, *Havnnes*, *Helgø*, vistnok tjenlige til at faa et begreb om det midlere fald, men de lokale afvigelser, som maatte findes, blir borte. Ligeledes er det selvsagt, hvad der ovenfor er berørt, at de tre punkter ikke bør ligge saa, at de nærmer sig til at ligge i ret linie; thi da vil feil ved maalingerne faa stor betydning; trianglet „ligger ikke støt"; helst bør trianglerne være nær ligesidede som berørt eller have stor høide sammenlignet med siderne.

Mine maalinger er først afsatte paa amtskartet over Tromsø amt, og saa er de fleste konstruktioner og beregninger udførte af cand. min. *A. Holmsen*.

Antallet af maalte punkter paa den øvre strandlinie er 21, og paa den nedre 20.

Gjennem disse 21 punkter lader der sig lægge et overmaade stort antal planer til bestemmelse af strøg og fald af strandlinieplanet. Antallet mulige kombinationer er nemlig $\frac{n(n-1)(n-2)}{1.\ 2.3}$, hvilket for 21 punkter gjør 1330 planer og for 20 punkter 1140 planer.

I det følgende er blandt den store mængde mulige kombinationer valgt en række, der antages at ligge saaledes til, at mulige feil ved valg af udgangspunkter og ved maalingerne syntes at faa mindst indflydelse, og saa er de valgt saaledes, at de planer, for hvilke faldretningen bestemmes, ligger nogenlunde jevnt fordelt over amtet.

Mine ovenfor anførte maalinger ligger vistnok godt spredt over Tromsø Amt, men til yderligere supplering af maalingerne er medtaget følgende af *H. Mohns* og *K. Pettersens* tal.

	Øvre linie.	Nedre linie.
Af *H. Mohns* maalinger	meter	
Haarberget i Trondenes	59.6	

	Øvre Linie.	Nedre linie.
	meter	
Krøttø i Bjarkø herred	36.1	
Skognes paa Senjen	48.3	
Edø i Hillesø.	20.4	
Af *Pettersens* maalinger		
Gibostad		17.5
Bukskind i Lenviken	48.6	18.8
Malangseid		25.4
Grepstad paa Kvalø	38.4	14.5
Ansnes i Malangen	42.8	17.2
Moviken i Tromsøsundet	42.6	17.8

Egentlig skulde disse tal reduceres, idet mine maalinger har taget udgangspunkt i tangbeltet, medens Mohns maalinger fra dampskib er reducerede til midlere vandstand og Pettersens tager som udgangspunkt midlere høivande (eller midlere havstand?) Imidlertid er tallene beholdt uforandrede, da reduktionens størrelse ikke er sikkert kjendt, og indførelse af nye reducerte tal kunde føre til forvirring.

I de følgende kombinationer er først den øvre strandlinie særskilt studeret, idet der først angives den øvre strandlinies høide paa tre steder; disse tre steder er afsatte paa kartet, saa at afstanden kan maales, og saa er ved konstruktion fundet faldretning og derhos er faldvinkel beregnet, saaledes som ovenfor forklaret.

De opkonstruerede faldretninger er aflagte med røde pile paa det ledsagende kart; den nedre linies faldretning tegnet med brudte røde linier, den øvre med sammenhængende linier. Faldvinkelens størrelse er angivet saaledes, at de stærkeste faldvinkler faar en kortere pil, de svagtfaldende en lang pil.

Paa lignende vis er faldretning og faldvinkel udregnede for en del af de nivellements, som *Chambers* har foretaget i Altenfjorden; over den ydre del af denne fjord er nu rektangelkartet „Hammerfest" udkommet, saa at afstanden kan maales med større nøiagtighed.

De første maalinger af strandlinier i Altenfjorden blev som

No. 2

Strandliniernes fald

Af

Amund Helland.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Kjeø	46.5			
Vinje	60.8	N. 64° ½ V.	0.68	0° 2′ 20″
Aanstad	62.7			
Bjørneraa	43.8			
Vinje	60.8	N. 53° V.	0.95	0° 3′ 16″
Aandervaag	61.4			
Skaland i Berg	16.7			
Vinje paa Dyrø	60.8	N. 48° V.	1.27	0° 4′ 20″
Kjeø i Topsund	46.5			
Middeltal for strækningen				
Tjeldsund—Dyrø blir		N. 56.6° V.	0.90	0° 3′ 6″

Mellem Dyrø og Malangen.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Skaland	16.7			
Krøttø	36.1	N. 37° ¼ V.	1.27	0° 4′ 22″
Skognes	48.3			
Skaland i Berg	16.7			
Vinje paa Dyrø	60.8	N. 40° ¾ V.	1.18	0° 4′ 3″
Bukskind	48 6			
Skaland	16.7			
Grepstad	38.4	N. 43° V.	1.22	0° 4′ 12″
Vinje paa Dyrø	60.8			
Skaland	16.7			
Grepstad	38.4	N. 43° ¼ V.	1.22	0° 4′ 12″
Skognes	48.3			
Middeltal for strækningen				
Dyrø—Malangen blir		N. 41.1° V.	1.22	0° 4′ 12″

Mellem Malangen og Reinø.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Edø	20.4			
Maken	27.8	N. 47° V.	0.73	0° 2′ 30″
Kaldsletten	41.6			
Grepstad	38.4			
Ulsnes	57.0	N. 37° 1/4 V.	0.88	0° 3′ 1″
Helgø	17.0			
Glimma	37.2			
Kaldsletten	41.6	N. 48° 1/2 V.	0.95	0° 3′ 16″
Ulsnes	57.0			
Helgø	17.0			
Havnnes paa Ulø	60.9	N. 25° 8/4 V.	0.84	0° 2′ 53″
Ulsnes i Ulfsfjord	57.0			
Middeltal for strækningen Malangen—Reinø		N. 39.6° V.	0.85	0° 2′ 55″

Mellem Reinø og Skjervø.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Karlsø	32.1			
Ulsnes	57.0	N. 20° 1/4 V.	0.87	0° 2′ 59″
Rotsund	59.7			
Mikkelvik	10.7			
Ulsnes	57.0	N. 23° 1/2 V.	0.97	0° 3′ 20″
Skjervø	41.7			
Reinsvold	33.5			
Skjervø	41.7	N. 19° V.	0.84	0° 2′ 53″
Havnnes	60.9			
Kvitnes	28.7			
Havnnes	60.9	N. 14° V.	0 92	0° 3′ 10″
Skjervø	41.7			
Middeltal for strækningen Reinø—Skjervø		N. 19° 2 V.	0.90	0° 3′ 6″

I Altenfjorden.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Haaja	26.1	N. 10° V.	0.61	0° 2′ 6″
Saragammen	29.5			
Kvisnes	32.6			
Haaja	26.1	N. 12° V.	0.62	0° 2′ 8″
Beritsfjord	39.8			
ov.f. Bekkarfjord	49.1			
1 eng. mil v. f. Hammerfest	26.8	N. 11° V.	0.70	0° 2′ 24″
Beritsfjord	39.8			
Olderfjord	47.0			
1 eng. mil v. f. Hammerfest	26.8	N. 15° V.	0.63	0° 2′ 10″
Kvalsund	41.8			
Olderfjord	47.0			
Rypefjord	27.9	N. 20° V.	0.70	0° 2′ 41″
Kvalsund	41.8			
ov.f. Bekkarfjord	49.1			
Molstrand	32.4	N. 10° V.	0.70	0° 2′ 24″
Nævefjord	43.6			
Rastabynes	43.9			
Middeltal i Altenfjorden		N. 13° V.	0.67	0° 2′ 19″

Den nedre strandlinie.

Mellem Tjeldsund og Dyrø.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr km.	Faldvinkel.
Lundenes	18.3	N. 56° 1/2 V.	0.18	0° 0′ 38″
Vinje	21.6			
Aanstad	22.7			

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Kjeø	17.1			
Vinje	21.6	N. 59° ½ V.	0.24	0° 0′ 50″
Aanstad	22.7			
Bjørneraa	16.8			
Vinje	21.6	N. 47° ½ V.	0.32	0° 1′ 6″
Aandervaag	22.2			
Middeltal for strækningen Tjeldsund—Dyrø		N. 54.5 V.	0.25	0° 0′ 51″

Mellem Dyrø og Malangen.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Grepstad	14.5			
Vinje paa Dyrø	21.6	N. 41° ½ V.	0.36	0° 1′ 14″
Malangseid	25.4			
Grepstad	14.5			
Gibostad	17.5	N. 46° V.	0.35	0° 1′ 12″
Malangseid	25.4			
Middeltal for strækningen Dyrø—Malangen		N. 43° V.	0.36	0° 1′ 13″

Mellem Malangen og Reinøen.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Grepstad	14.5			
Ulsnes	19.6	N. 39° V.	0.25	0° 0′ 52″
Helgø	8.0			
Finkroken	14.5			
Malangseid	25.4	N. 20° ½ V.	0.28	0° 0′ 57″
Uren i Lyngen	24.1			
Glimma	14.4			
Kaldsletten	19.3	N 19° ½ V.	0.30	0° 1′ 2″
Ulsnes	19.6			

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Finkroken	14.5	N. 20° V.	0.28	0° 0′ 58″
Kaldsletten	19.3			
Uren	24.1			
Helgø	8.0	N. 30° V.	0.28	0° 0′ 58″
Malangseid	25.4			
Rotsund	23.4			
Lanesøren	11.1	N. 22° 1/4 V.	0.26	0° 0′ 54″
Moviken	17.8			
Uren ved Kjosen	24.1			
Middeltal for strækningen mellem Malangen og Reinøen		N. 25° 3 V.	0.29	0° 0′ 59″

Mellem Reinø og Skjervø.

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Helgø	8.0	N. 40° 1/4 V.	0.26	0° 0′ 54″
Havnnes paa Ulø	22.8			
Ulsnes i Ulfsfjord	19.6			
Karlsø	15.0	N. 44° 1/4 V.	0.25	0° 0′ 52″
Ulsnes	19.6			
Rotsund	23.4			
Reinsvold	15.5	N. 21° V.	0.24	0° 0′ 49″
Skjervø	18.0			
Havnnes	22.8			
Kvitnes	11.0	N. 30° 1/2 V.	0.32	0° 1′ 6″
Havnnes	22.8			
Skjervø	18.0			
Middeltal for strækningen Reinø– Skjervø		N. 34° V.	0.27	0° 0′ 55″

I Altenfjord

	Høide m.	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Faldvinkel.
Sjaaholmen	13.7			
Kvalsund	16.2	N. 27° V.	0.25	0° 0′ 52″
Kvænklubben	17.4			
Molstrand	13.3			
Kvalsund	16.2	N. 15° V.	0.23	0° 0′ 47″
ov.f. Bekkarfjord	19.5			
Middeltal for strækningen omkring Altenfjord		N. 21° V.	0.24	0° 0′ 50″

Sammenstilles disse tal faaes for den øvre strandlinie

	Faldretning.	Fald i meter pr. km.	Fald-vinkel.
mellem Tjeldsund og Dyrø	N. 56.6 V.	0.90	0° 3′ 6″
— Dyrø og Malangen	N. 41.1 V.	1.22	0° 4′ 12″
— Malangen og Reinø	N. 39.6 V.	0.85	0° 2′ 55″
— Reinø Skjervø	N. 19.2 V.	0.90	0° 3′ 6″
i Altenfjorden	N. 13.0 V.	0.67	0° 2′ 19″

for den nedre strandlinie

mellem Tjeldsund og Dyrø	N. 54.5 V.	0.25	0° 0′ 51″
— Dyrø og Malangen	N. 43.8 V.	0.36	0° 1′ 13″
— Malangen og Reinø	N. 25.3 V.	0.29	0° 0′ 59″
— Reinø og Skjervø	N. 34.0 V.	0.27	0° 0′ 55″
i Altenfjorden	N. 21.0 V.	0.24	0° 0′ 50″

Allerede *Chambers* har i 1850 paa det kart, der ledsager hans arbeide i „The Edinburgh New Philosophical Journal", afsat faldretningen i Altenfjorden. Maalt paa hans kart blir den N. 16° V., hvilket stemmer godt med de tal, som fremkommer naar de nye rektangelkarter benyttes N. 13° V. for den øvre og N. 21° V. for nedre strandlinie.

Dr. *Andr. M. Hansen* har paa en lignende maade i sine

strandlinie-studier paavist heldningen hos strandlinierne baade i Tromsø amt og andre egne af landet.

Forandringen af landets beliggenhed i forhold til havfladen er først foregaaet saaledes, at mærkerne efter den første havstand kom til at danne en vinkel med horizontalen lig differencen mellem de to iagttagne faldvinkler. Ved den anden forandring, der er representeret ved den lave strandlinie, fik det øvre strandlinieplan sin nuværende heldning.

Efter den første forandring var skraaningen mod horizonten hos det øvre strandlinieplan differencen mellem de to vinkler hvorpaa ved anden forandring den lave strandlinie fremkom.

	Øvre strandlinieplans faldvinkel efter første forandring.		Nedre strandlinie plans nuværende faldvinkel.	
	m. pr. km.		m. pr. km.	
Mellem Tjeldsund og Dyrø	0.65	0° 2′ 15″	0.28	0° 0′ 51″
— Dyrø og Malangen	0.86	0° 2′ 59″	0.36	0° 1′ 13″
— Malangen og Reinø	0.56	0° 1′ 56″	0.29	0° 0′ 59″
— Reinø og Skjervø	0.64	0° 2′ 11″	0.27	0° 0′ 55″
i Altenfjorden	0.43	0° 1′ 29″	0.24	0° 0′ 50″

Landet har følgelig forandret sin beliggenhed, saaledes at mærkene efter havstanden ved første forandring dannede en vinkel paa omtrent 2′ med den daværende havflade, medens landet atter forandrede beliggenhed, saaledes at vinkelen forøgedes med omtrent 1′.

Sammenligner man faldretningerne for den øvre strandlinie

N. 56.6° V.
N. 41.1° V.
N. 39.6° V.
N. 19.2° V.
N. 13° V.

saa viser det sig, at faldretningen svinger, saaledes at den sydvestligst i Tromsø amt er mere vestlig og blir nordover mere og mere nordlig.

I grove træk kan man sige, at faldretningen svinger med kysten, saaledes at faldretningen er nogenlunde lodret paa kystlinien.

Sammenstilles tallene for nedre strandlinie

N. 54.5° V.
N. 43.8° V.
N. 25.3° V.
N. 34.0° V.
N. 21.0° V.

saa sees, at faldretningen ogsaa her blir mere nordlig, jo nordligere man kommer, dog viser strækningen fra Reinø til Skjervø et mere vestlig fald, end man efter nabotallene skulde vente.

Af denne grund er der paa denne strækning udregnet nogle flere kombinationer.

Mellem Reinø og Skjervø.

Nedre Strandlinie.

	Høide.	Faldretning.	Fald m. pr. km.
Uren 24.1 Skjervø 18.0 Helgø 8.0	N. 33° V.	0.25	0° 0′ 52″
Havnnes 22.8 Ulsnes 19.6 Kvitnes 11.0	N. 38° V.	0.32	0° 1′ 6″
Karlsø 15.0 Finkroken 14.5 Rotsund 23.4	N. 48° V.	0.24	0° 0′ 50″
Glimma 14.4 Lanesøren 11.1 Helgø 8.0	N. 24° V.	0.22	0° 0′ 45″

	Høide.	Faldretning.	Fald m. pr. km.
Middeltal	N. 36° V.	0.26	0° 0′ 53″
ovenfor er funden	N. 34° V.	0.27	0° 0′ 55″

Dette fører til nogenlunde samme tal, og det synes efter dette at være saa, at strækningen mellem Reinø og Skjervø har et noget vestligere fald for den nedre strandlinie end nabostrækningerne.

Kartet som tallene viser, at den øvre og den nedre strandlinie begge har nordlig og vestlig faldretning, men i den sydvestlige del af amtet er den nedre strandlinies faldretning mere nordlig end den øvre strandlinies, eller den nedre strandlinies faldretning ligger til høire for den øvre strandlinies, medens i den nordøstlige del ligger den nedre strandlinies faldretning mest til venstre for den øvre faldlinies, eller den nedre linies faldretning er mere vestlig.

Hvis man tager middeltallet af alle de ovenfor angivne faldretninger, 23 i antal for den øvre linie og 17 for den nedre, faaes for den første N. 33.1° V. og for den nedre N. 33.5° V., eller disse middeltal kommer hverandre saare nær.

Tager man middeltallet — istedetfor af alle de ved kombinationen fremkomne faldretninger — af de 5 grupper, som ovenfor er opstillet, saa faaes for den øvre strandlinie en middlere faldretning af N. 33.9° V. og for den nedre N. 35.7 V.

Tager man middeltallet af faldvinkelen for de 5 grupper, faaes for den øvre strandlinie 0° 3′ 6″ eller et fald af 0.90 meter pr. km. og for den nedre strandlinie 0° 0′ 58″ eller 0.28 meter pr. km.

Faldvinkelen sees at være stærkest baade for den nedre og for den øvre strandlinie paa strækningen fra Dyrø til Malangen.

Da maalingen paa Skaland udgaar i alle de 4 kombinationer, hvorefter faldvinkelen her er beregnet, saa er der udregnet et par andre kombinationer for den øvre strandlinie paa denne strækning.

Øvre strandlinie.

Mellem Dyrø og Malangen.

	Høide.	Faldretning.	Fald. m. pr. km.	
Edø	20.4			
Skognes	48.3	N. 40° V.	1.20	0° 4′ 7″
Grepstad	38.4			
Edø	24			
Bukskind	48.6	N. 47° V.	1.32	0° 4′ 31″
Ansnes	42.8			
Middeltal		N. 43 1/2° V.		0° 4′ 19″
ovenfor er fundet		N. 41.1° V.		0° 4′ 12″

Der synes efter dette at være et noget stærkere fald paa den øvre strandlinie paa strækningen Dyrø-Malangen end der er søndenfor og nordenfor.

Da planernes beliggenhed er kjendt, deres faldvinkel og deres faldretning, saa kan man let bestemme et punkt, hvori faldretningen forlænget træffer havets overflade, og ligesaa de linier, hvori alle disse planer skjærer havets overflade.

Saaledes ligger den øvre strandlinie Bjørneraa 43 8 m. o. h. og her et fald af 0.90 m. pr. km. med N. 56.6° V.; denne linie vil følgelig naa havet i en afstand af $\frac{43.8}{0.9}$ km. eller 51.7 m. mod N. 56.6 V. fra Bjørneraa og den nedre stranlinie paa Kjeø, 17.1 m. o. h. med fald 0.25 m. pr. km., vil naa havet 68.4 km. fra Kjeø. Paa kartet er den øvre strandlinieflades skjæringslinie med havet betegnet med en sammenhængende rød streg, den nedre strandlinieflades skjæringslinie med en brudt streg.

Da planernes beliggenhed er bekjendt, saa kan deres skjæringslinies beliggenhed og disse liniers høide over havet beregnes. Da den retning, hvori planerne falder, ikke er den samme, blir skjæringslinien en skraa linie. Da de vinkler, planerne danner med horizonten, imidlertid er overmaade smaa, og da den retning, hvori planerne falder ikke er meget forskjellige, saa kan man ved disse beregninger uden at begaa feil, der er

større end de, selve maalingerne er beheftet med, antage, at begge planer falder i samme retning, og da i en retning, som er middeltallet mellem de to retninger.

Beregningen af den høide hvori planerne skjærer hverandre og det sted, hvor de skjærer hverandre blir da overmaade simpel.

Kaldes den øvre strandlinies høide i et givet punkt H og faldet pr. km. af den øvre strandlinie N, og de tilsvarende størrelser paa samme sted i den lavere strandlinie h og n, og kaldes den afstand fra punktet, i hvilken planene skjærer hverandre, a, saa bliver høiden af den øvre strandlinie i dette punkt H—Na og i den nedre strandlinie h—na, og da disse skal være lige store faaes ligningen

$$H \div Na = h \div na, \text{ hvoraf}$$

$$a = \frac{H \div h}{N \div n}$$

Høiden h' over havet af strandlinien, der hvor planerne skjærer hverandre, findes da af ligningen $h' = H \div aN$ eller af ligningen $h' = h \div an$.

Nedenfor er disse tal angivet

H er høiden af øvre strandlinie

h er høiden af nedre strandlinie

N er fald i meter pr. km. for øvre strandlinie

n er fald i meter pr. km. for nedre strandlinie

a er den afstand fra maalte punkt, hvori planerne gjennem øvre og nedre strandlinie skjærer hverandre

$H \div aN = h \div an$ er den høide over havet, hvori planet gjennem øvre og nedre strandlinie skjærer hverandre.

$\frac{H}{N}$ er den afstand, hvori planet gjennem øvre strandlinie træffer havet

$\frac{h}{n}$ er en afstand, hvori planet gjennem nedre strandlinie naar havet.

	H	h	H ÷ h	N	n	N ÷ n	a	a . N	a . n	H ÷ an	h ÷ an	$\frac{H}{N}$	$\frac{h}{n}$
	m	m	m	m pr km.	m pr. km.	m pr. km.	km.	m	m	m	m	km.	km.
Bjørneraa	43.8	16.8	27.0	0.90	0.25	0.65	41.6	37.4	10.4	6 4	6.4	48.7	67.2
Lundenes	44.4	18.3	26.1	0.90	0.25	0.65	40.2	36.2	10.1	8.2	8.2	49.4	73.2
Kjeø	46.5	17.1	29.4	0.90	0.25	0.65	45.3	40.8	11.3	5.7	5.8	51.7	68.4
Aanstad	62.7	22.7	40.0	0.90	0.25	0.65	61.6	55.4	15.4	7.3	7.3	69.7	90.8
Aandervaag	61.4	22.2	39.2	0.90	0.25	0.65	60.4	54.4	15.1	7.0	7.1	68.2	88.8
Vinje	60.8	21.6	39.2	1.22	0.36	0.86	45.6	55.6	16.4	5.2	5.2	49.8	60.1
Bukskind	48.6	18.8	29.8	1.22	0.36	0.86	34.7	42.3	12.5	6.3	6.3	39.9	52.2
Grepstad	38.4	14.5	23.9	0.85	0.29	0.56	42.7	36.3	12.4	2.1	2.1	45.2	50.1
Ansnes	42.8	17.2	25.6	0.85	0.29	0.56	45.8	38.9	13.3	3.9	3.9	50.4	59.3
Kaldsletten	41.6	19.3	22.3	0.85	0.29	0.56	39.9	33.9	11.6	7.7	7.7	49.0	66.6
Movik	42.6	17.8	24.8	0.85	0.29	0 56	44.3	37.7	12.8	4.9	5.0	50.2	61.4
Glimma	37.2	14.4	22.8	0.85	0.29	0.56	40.8	34.7	11.8	2.5	2.6	43.8	49.7
Finkroken	38.1	14.5	23.6	0.85	0.29	0 56	42.2	35.9	12.2	2.2	2.3	44.8	50.1
Ulsnes	57.0	19.6	37.4	0.90	0.26	0.64	58.5	52.7	15.2	4.3	4.4	63.4	75.4
Helgø	17.0	8.0	9.0	0.90	0.26	0.64	14.1	12.7	3.6	4.3	4.4	18.8	30.8
Reinsvold	33.5	15.5	18.0	0.90	0.26	0.64	28.2	25.4	7.3	8.1	8.2	37.2	59.7
Karlsø	32.1	15.0	17.1	0 90	0.26	0.64	26.8	24.1	7 0	8.0	8.0	35.7	57.7
Lanesøren	29.4	11.1	18.3	0.90	0.26	0 64	28.6	25.7	7.4	3.7	3.7	32.7	42.7
Kvitnes	28 7	11.0	17.7	0.90	0.26	0.64	27.7	24.9	7.2	3.8	3.8	31.9	42.4
Havnnes	60.9	22.8	38.1	0.90	0.26	0.64	59.6	53.6	15.5	7.3	7.3	67.7	87.7
Rotsund	59.7	23.4	36.3	0.90	0.26	0.64	56.8	51.1	14.8	8.6	8.6	66.3	90.1
Skjervø	41.7	18.0	23.7	0.90	0.26	0.64	37.1	33.4	9.6	8.3	8.4	46.3	69.3
Molstrand	32.4	13.3	19.1	0.67	0.24	0.43	44.5	29.8	10.7	2.6	2.6	48.4	55.5
Sjaaholmen	34.9	13.7	21.2	0.67	0.24	0.43	49.4	33.1	11.9	1.8	1.8	52.1	57.1
Kvalsund	41.8	16.2	25.6	0.67	0.24	0.43	59.6	39.9	14.3	1.9	1.9	62.4	67.5
Kvænklubben	47.0	17.4	29.6	0.67	0.24	0.43	68.9	46.2	16.5	0.8	0.9	70.2	72.5
Ovenfor store Bekkarfjord	49.1	19.5	29.6	0.67	0.24	0.43	68.9	46.2	16.5	2.9	3.0	73.3	81.3

Disse tal viser beliggenheden af

1. den linie, hvori planet gjennem øvre strandlinie skjærer havet.
2. og den linie, hvori planet gjennem nedre strandlinie skjærer havet og endelig
3. den linie, hvori planerne gjennem strandlinierne skjærer hverandre.

Sammenligner man tallene i de to sidste rækker $\frac{H}{N}$ og $\frac{h}{n}$ eller de afstande hvori øvre strandlinies og nedre strandlinies planer forlænget vil naa havet, saa sees, at $\frac{h}{n}$ eller afstanden for nedre strandlinie altid er størst; det er gjennemgaaende nedover hele rækken. Det øvre strandlinieplans skjæringslinie med havet, paa kartet betegnet med en sammenhængende rød streg, ligger altid nærmere kysten end den nedre strandlinieplans skjæringslinie med havet; det vil sige, forlænges strandlinieplanerne, saa vil det øvre strandlinieplan gjennemskjære det nedre strandlinieplan; den øvre strandlinie og den nedre vil paa en linie falde sammen, og efter skjæringen vil den nedre strandlinie blive den øvre og omvendt.

Den linie, hvori øvre og nedre strandlinieplan skjærer hverandre, er paa kartet betegnet med røde kors; denne linie ligger altid over den nuværende havstand i en høide H—na, der varierer fra 1 til 8 meter.

Hvis man deler strandlinierne i de samme fem grupper som ovenfor, faaes i middeltal høiden over havet af den linie, hvori strandlinieplanerne skjærer hverandre:

Mellem	Tjeldsund og Dyrø	6.9 m. o. h.
—	Dyrø og Malangen	5.8
—	Malangen og Reinø	4.2
—	Reinø og Skjervø	5.8
Ved	Altenfjord	2.0

Der er efter dette en linie, hvor planerne gjennem strandlinierne skjærer hverandre, og denne linie følger kysten, men ligger i regelen udenfor samme; dog er der en strækning

paa den nordligste del af Vannø, Nordkvalø og Ribbenesø, hvor de to strandlinier efter de foregaaende beregninger skulde gaa sammen i et. Særlige iagttagelser med dette spørgsmaal for øie har jeg ikke gjort, da det først ved de efter reisen udførte beregninger viste sig, at skjæringslinien maaske kunde findes. Nordlig paa Ringvasø iagttoges ved Mikkelvik kun én strandlinie i en høide af 10.7 meter, men dennes høide svarer til den øvre strandlinie. Det maatte være nordlig for Skagøsund, at denne strandlinie skulde søges i en høide af henimod 6 meter og i en afstand af lidt over 5 km. i nordvestlig retning for Mikkelvik; det vil sige omkring Bersetsund eller Andamsund.

Den linie, hvori det øvre strandlinieplan skjærer havfladen, ligger som berørt nærmere kysten end den linie, hvori det lavere strandlinieplan skjærer havfladen, og den linie, hvori begge strandlinieplaner skjærer hverandre, ligger altid nærmere kysten end begge de to andre omtalte skjæringslinier.

For de fem grupper faaes:

	Afstand fra planernes skjæringslinie til øvre strandlinieplans skjæringslinie med havet.	Afstand fra øvre strandlinieplans skjæringslinie med havfladen til nedre plans skjæringslinie med havfladen.
	km.	km.
Tjeldsund—Dyrø	7.7	20.1
Dyrø—Malangen	4.7	11.3
Malangen—Reinø	4.0	10.6
Reinø—Skjervø	6.8	15.9
Altenfjord	3.0	5.5

Nær Glimma paa Ringvasø ligger en moræne foran Ringvatn. Ringvatns høide over havet er 38 meter, morænens 46 meter. Paa eller i denne moræne kan strandlinierne sees, særlig er den nedre linie udpræget og maaltes 14.2 meter over havet. Ringvatn eller Glimvatn ligger i Glimdalen, der fortsætter en kort strækning op i det vilde fjeld, og her ligger Glimdalstind med en mægtig bræ mod Glimdalen.

Det kan neppe feile, at den tid, da bræen har gaaet ned til enden af vandet og har afsat morænen foran vandet falder i istidens allersidste del. Men strandlinierne atter er yngre end morænen.

Heraf følger, at strandlinierne er udarbeidede paa en tid, da bræerne havde trukket sig tilbage fra fjordene i alfald fra deres ydre del. Dette anføres, fordi der har været fremsat den mening at selve bræerne skulde have noget med istandbringelsen af strandlinierne at gjøre, hvilken mening ikke kan fastholdes med hin moræne ved Glimma for øie.

Dette udelukker jo ikke muligheden af, at der i fjorden kan have været kalvis; det maa erindres, at der i Tromsø amt den dag i dag er en fjord, Jøkelfjorden, i hvilken en bræ sender ud sin kalvis, — om end ikke isbjerge, der dannes ved opdriften.

Maalingerne har da ført til følgende resultater, som vistnok kan betragtes som temmelig sikre.

De to strandlinier, der optræder med stor udbredelse i Tromsø amt og i Altenfjorden, skraaner ud mod havet, den øvre strandlinie i regelen med et fald paa omkring 3 minuter den lavere strandlinie omkring 1 minut.

Faldretningen er altid mellem V og N, saaledes at faldretningen svinger med kystlinien fra NV til V og op til N til V.

Strandliniernes beliggenhed er slig, at planet gjennem den øvre strandlinie forlænget altid naar havet før planet gjennem den nedre linie.

Planerne gjennem de to strandlinier skjærer hverandre ved de aller yderste øer eller i nogen afstand ude i havet og da i en høide af nogle meter over havet, aldrig under havets niveau.

Strandlinierne er udarbeidede paa en tid, der ligger saa sent, at de lokale postglaciale bræer havde istandbragt sine moræner, da strandlinierne optræder i saadanne moræner.

A short summary.

The dip of some raised beaches.

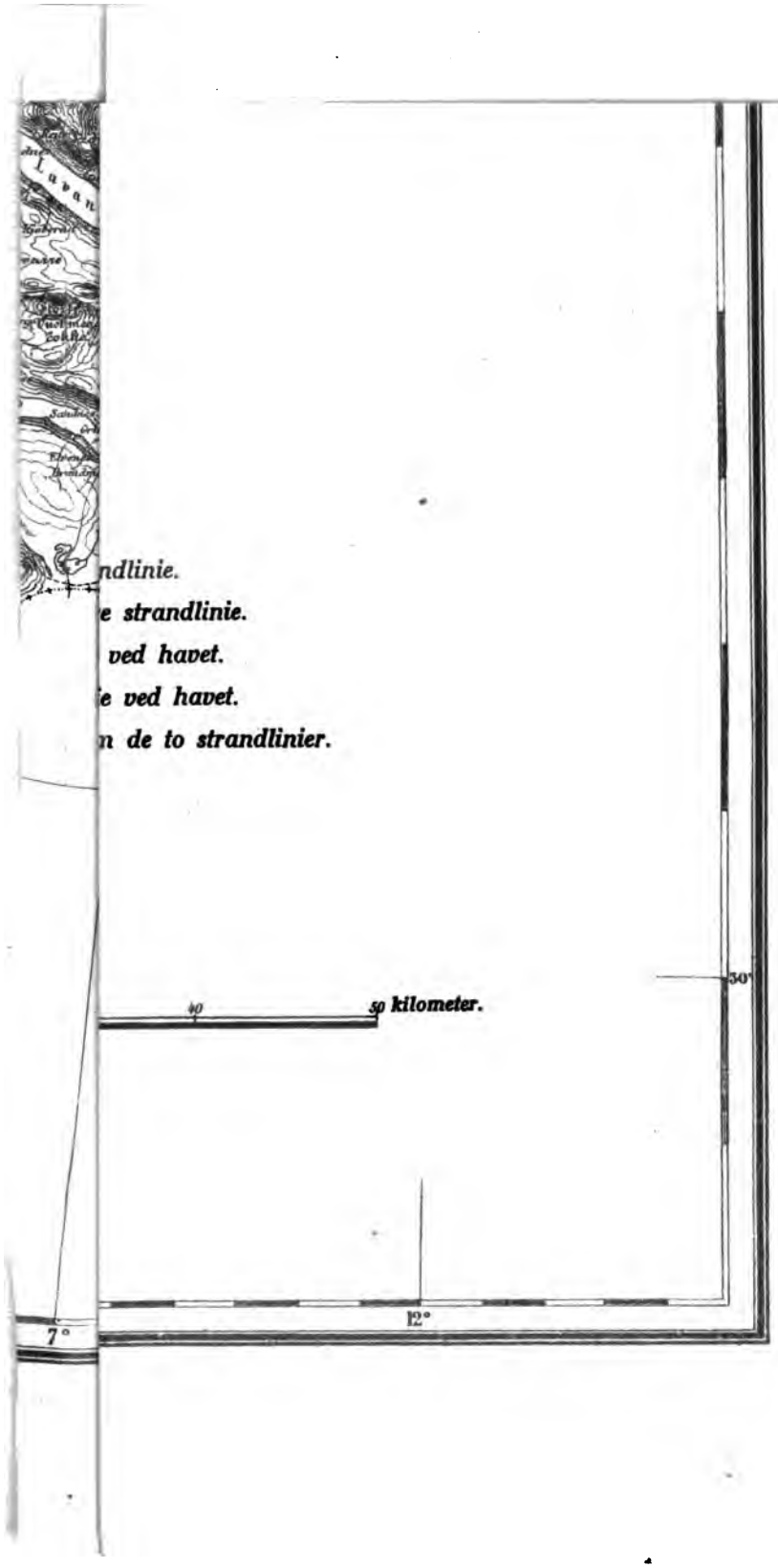
Two raised beaches occur in the Northern Norway tó the West of the North Cape. The author has particularly studied them in the district of Tromsø which is represented on the accompanying map. If we lay a plane through the points, where the heights of the uppermost beach is measured, such a plane is found to dip at an angle of about 3 minutes outwards from the land. In the same way a plane through points, where the lower beach is measured dips about 1 minute. The dip is proximately perpendicular to the line of the coast, consequently in the Southern part of the district somewhat Westerly and in the Northern part somewhat Northerly.

The points, where the beaches have been determined by levelling are designated with red rings on the map. The heights are given in metres. The red arrows show the directions of the dip found by combining 3 and 3 measurements as stated in detail on page 13—19 and on p. 21 of the paper. Less the angle of the dip is, the longer the arrows are made. The arrows in dotted lines stand for the lower, the arrows in full lines stand for the upper beach.

The long dotted red line along the coast is the hypothetical line, where the lower plane intersects the level of the

sea, the full line is the corresponding line for the upper plane. The two planes intersect one another along a line in the air a few metres above the surface of the sea. A projection of this line is shown on the map by the line combined of small red crosses.

Our reased beaches are at some place found to be carved out in moraines left by afterglacial local glaciers, consequently they are of vey recent origin.


ndlinie.
e strandlinie.
ved havet.
e ved havet.
n de to strandlinier.
40
50 kilometer.
30'
12°
7°

No. 3.

Løse afleiringer i øvre Foldalen

Af

J. Rekstad.

Løse afleiringer i øvre Foldalen.

Af J. Rekstad.

I Foldalen har man mægtige afleiringer af løst materiale. Enhver som har reist gjennem denne dal, vil altid huske de høie sand- og grusmæler langs Folla. De naar ikke sjelden en høide af op til 40 m. Under en stipendiereise sommeren 1896, fik jeg anledning til at se noget nærmere paa disse løse masser, som paa sine steder dækker dalbunden til en høide af over 50 m. De bestaar dels af typisk morænegrus og dels af elvegrus og elvesand. Fin laget sand staar saaledes i de høie mæler paa sydsiden af Folla fra Grimsas munding til et stykke vestenfor kirken, og under den lagede sand stikker flere steder moræne frem. Elvegruset her stammer, som vi senere skal se, for en meget væsentlig del fra istidens brælve, thi det staar flere steder i forbindelse med moræner ved gamle elveløb ud fra dem.

Jeg vil begynde med at beskrive en moræne, vi har i øvre Foldalen. Den er særlig eiendommelig ved, at den paa mange steder viser tydelig lagning, ikke horizontal, men skraa eller hvælvede lag. Den kommer derved til at faa en paafaldende lighed med de svenske *åsar*.

Den begynder ligeoverfor Hjerkinn paa sydsiden af Folla. Her er den delt i to arme, en paa hver side af den lave koll

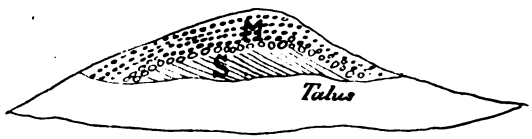
mellem Gautsæter og Rydningsøjen. Den følger nu sydsiden af Folla til Rydningsøjen, hvor den gaar over paa nordsiden. Her bugter den sig østover i den flade dalbund til Slaaen, hvor den atter gaar over Folla. Paa dette sted gjør dalen en bøining, og nu følger ikke morænen mere dens retning, men gaar paa skraa op efter den søndre dalside. Morænens samlede længde er omkring 7 km., og den frembyder paa denne strækning en meget vekslende ydre form. Enkelte



Moræne i bunden af Foldalen vest for Slaaen.

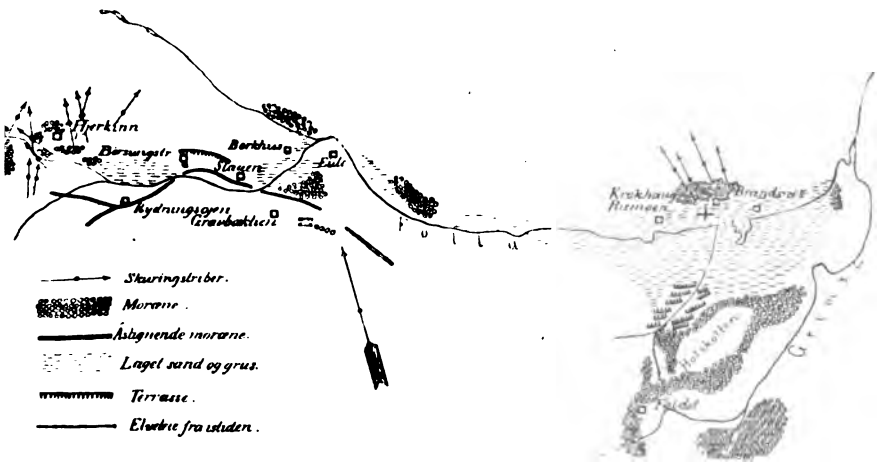
steder optræder den kun som en eneste grusryg, og da varierer høiden mellem 5 og 10 m. Andre steder deler den sig i to eller flere rygge, og atter andre steder opløses den i et virvar af langstrakte grushauge som hosstaaende billede fremstiller et parti af. Indimellem disse er der aflange groper, af form som det skulde være et aftryk af haugene. Hvor morænen deler sig, er den i almindelighed ogsaa lavere, end hvor den er udelt.

Materialet i den er ligeledes meget vekslende. Mange steder bestaar den hovedsagelig af sand blandet med lidt ler og enkelte stene, som gjerne er kantede. Andre steder bliver grovere grus overveiende, og her er da afrundede stene ingen sjeldenhed. Blandt disse findes enkelte med skuringsmærker. Her og der ligger større kantstødte stene paa toppen af grushaugene. Flere steder viste sandet i det øverste parti af ryggene lagning. Ellers kunde jeg kun paa ét sted finde et godt profil. Det var ved Slaaen, hvor en bæk havde skaaret tværs igjennem moræneryggen. Nedenstaaende profil er derfra.



M. Morænegrus. S. Laget grus.
Profil af den aaslignende moræne ved Slaaen i Foldalen.

Ligeover den nedrasede talus sees der i morænen en kjerne af fint grus i skraa lag. Over disse hvælver sig typisk morænegrus med antydning til lagning, og her findes skurede stene i stort antal. Af materialet kan vi se, at denne moræne er dannet baade af grus, der er ført frem ovenpaa bræen, og



Kartskisse over skuringsstriber og løsmateriale i øvre Foldalen.

grus, der er ført frem under den. De skurede stene og leret stammer fra bundmoræne, medens de kantede stene og en ikke ringe del af gruset hidrører fra overflademoræne.

Skuringsstriber og bloktransporten viser, at der i denne trakt har gaaet en mægtig bræbevægelse i nordlig retning fra Rondane, og de storartede moræner, som findes fra Foldalen og sydover oftest med sin længderetning visende mod dette fjeldparti, gjør det indlysende, at vi her har mærkerne efter *det sidste isdække* i denne egn. Om nu dette er sidste fase af den store istid, eller det er en senere lokal glaciation, maa afgjøres ved mere detaljerede undersøgelser i trakterne om Rondane. Noget, der taler for, at denne glaciation tilhører et senere stadium, er at de moræner, man har her, ser, om jeg saa maa sige, nye ud sammenlignede med dem, vi har i lavere liggende trakter. Erosionen har kun i ringe grad paavirket dem; de ligger der omtrent uforandrede. Man faar det indtryk, at der maa ligge et overmaade langt tidsrum mellem dannelsen af disse moræner og dem, man f. eks. har nede i Gudbrandsdalen. Den moræne fra Foldalen, vi har beskjæftiget os med, ligger langsefter dalen, som her gaar fra øst til vest. Isens bevægelsesretning staar altsaa saa noget nær lodret paa dalen og morænens længdeakse, følgelig skulde den være en endemoræne. Dens regelmæssige egform tyder imidlertid paa, at saa ikke kan være tilfældet. Hos endemoræner har de to sider en forskjellig form. Forsiden er gjerne brat, medens den mod bræen vendende side har en svagere heldning. Endvidere vilde en endemoræne i et saavidt kuperet terræn som her umulig kunne faa en saa stor sammenhængende længde. Den vilde komme til at blive afbrudt ved aabne mellemrum.

Vi bliver derfor nødt til at opfatte den som en moræne efter bræens længderetning, afsat, eftersom bræen trak sig tilbage. En væsentlig del af gruset skriver sig fra bræens overflade- eller midtmoræne. Om de skraa gruslag inde i vor moræne er afsat af rindende vand under bræens ende, eller om de ved at være indesluttet i de undre partier af bræen har faaet en lagning, kan ikke afgjøres. Det er et spørgsmaal.

som maa finde sin besvarelse ved at undersøge, om ikke saadanne dannelser forekommer hos nutidens isbræer.

Paa tidspunktet for denne morænes dannelse naaede ikke Rondeisen længere nordover end til Foldalen. Her afbøiedes i det mindste en del af den som en vestgaaende isstrøm langs dalføret, da den ikke magtede at overskride høidedraget paa nordsiden. Rimeligvis af ældre datum er den stærke skuring, man har i dalens nordside. Saavidt det kan sees af skuringsstriberne, har isen da i sin helhed bevæget sig tversover dalen; thi i den nordre dalside har man nordgaaende skuring helt ned til 50 m. over dalbunden. Lavere kunde ingen skuring fremfindes, da her næsten alt fast berg er dækket af løsmateriale.

Er nu dette to trin under isdækkets afsmeltning kun adskilte ved en kortere tid, eller ligger der et længere tidsrum mellem den fase, da ismasserne pressedes tversover Foldalen, og den senere, da Rondeisen her fandt sin nordgrænse?

Terrasser optræder i stort antal i øvre Foldalen. Enkelte steder ligger de opefter dalsiden som trin i en trappe, saaledes kan man i den søndre dalside midt imod Krokhaug tælle 9 trin opover fra sandmoerne nede ved Folla. Paa sine steder har man dem oppe i fjeldene ovenfor skoggrænsen.

Jeg har vandret langs mange af disse terrasser, men har kun fundet en eneste, som jeg tør erklære for mærke efter vandstand, en strandlinje. Det er terrassen ved Borsungsætrene, omtrent 4 km. i øst for Hjerkinn. Den strækker sig i en stor bue fra op for Borsungsætrene til henimod Slaaen. Dens østlige parti er bevokset med tæt kratskov, medens dens vestlige del er fri, saa man her faar oversigt over den. Omstaaende billede viser dette parti af den. Den ligger i en høide af 950 m. o. h. Med aneroid kunde ikke paavises andet, end at den er horizontal. Den er vel kjendt af de omboende under navnet Langryggen, og langs den gaar der en sti.

I Seteryggen, som dr. Hansen kalder skraaningen ovenfor terrassefladen, stikker berg flere steds frem, og op for Borsungsætrene staar det ogsaa frem i terrassens forside, saa den her

er udhulet i berg. Materialet i den har ikke noget vandslidt udseende, snarere moræneartet. Det bestaar af grus med en mængde stene, dels kantede og dels runde; enkelte af dem er meget store. Stranden langs vore fjeldvande bestaar mangesteds netop af sligt materiale. Men dens betydelige høide, 950 m. o. h., synes at gjøre det vanskeligt at antage den for en strandlinje. Kan en sjø tænkes at have staaet her op til



Strandlinje ved Borsungsætrene, 4 km. øst for Hjerkinn, 950 m. o. h.

en saadan høide? Ja, hvis Foldalen paa en eller anden maade tænkes spærret østenfor; thi vandskillet mellem Folla og Laagen paa Dovre i nærheden af Fokstuen ligger 15 à 20 m. høiere end terrassen og det pas, hvorigjennem Trondhjemsveien fra Hjerkinn og vestenom Hjerkinnhø gaar, ca. 60 m. høiere, medens vandskillet mellem Kvitaadalen, en liden sidedal, som gaar i nordvestlig retning fra Foldalen ved Borkhus og Driva ligger omtrent 940 m. o. h. eller omkring samme høide som terrassen ved Borsungsætrene.

Ovenfor er paavist, at ismasserne fra Rondane har skudt sig frem til Foldalen og stanset der. Den stærkeste isstrøm

har kommet til Foldalen ved Grimsas udløb i Folla. Det kan vi slutte af landskabets form; thi herfra gaar en indsænkning i lige linie mod Rondane med større høider baade i øst og vest. Men vi har ogsaa et direkte bevis for, at en vældig isstrøm har gaaet nordover efter denne indsænkning, i de mægtige moræner, som kan følges fra Grimsas udløb sydover til Atnedalen og Rondanes fod uden mindste afbrydelse. Fra Holskollen syd for Krokhaug har man en glimrende oversigt over dette storartede morænelandskab. Her kan man følge bræens trinvise tilbagegang fra Foldalen sydover mod Rondane. Flere steder sees leierne efter de gamle bræelve som nordenfor Faldet og mellem Faldet og Stadsbuøjen. Kort i nordvest for dette sted, har man saa at sige et aftryk af bræens ende. Her ligger nemlig en lang smal myr, svagt skraanende mod Rondane i ssv. Langs begge dens sider løber høie morænevolde, og ved nordenden afspærres den af et kompleks af morænehauge, medens den mod syd er aaben. — Under Rondeisens afsmeltning kom der et tidspunkt, da kun én isstrøm fra den rak ned i Foldalen, bræen ved Grimsa. Saalænge denne bræ havde nogen større mægtighed, vilde den have let for at afspærre den flade dal, saa at vandet vestenfor blev opdæmmet i høide med vandskillet mod nordvest, der, som vi har seet, ligger i høide med terrassen ved Borsungsætrene. — Alle de øvrige terrasser, jeg saa i Foldalen, var enten elveterrasser, og da oftest fluvioglaciale, eller moræner. Nogle af terrasserne oppe i dalsiderne maa tænkes dannede af rindende vand mellem isen og dalsiden. Jeg har en iagttagelse, som, jeg tror, støtter en saadan opfatning.

Mellem Slaaen og Borkhus ligger der oppe i den søndre dalside omtrent 1000 m. o. h. to smukke terrasser, den ene 10 m. over den anden. Disse terrasser bestaar af meget grovt grus, der viser lagning. Den nederste er kun kort, medens den øverste kan følges et langt stykke østover i dalsiden, men den gaar over til typisk moræne omtrent der, hvor den nederste terrasse afbrydes.

Disse terrasser af grovt lagdelt grus høit oppe i dalsiden maa være frembragte af rindende vand. Det kunde kanske tænkes at være gruskegler, som en elv har afsat i den opdæmmede sjø, der før er omtalt, men saa kan dog ikke være tilfældet; thi for det første ligger nu disse terrasser 50 m. høiere end overfladen af nævnte sjø, og dernæst har de ikke form som gruskegler, men er smale og jevnbrede i hele sin længde med ret forside. Dalsiden ovenfor dem er desuden stærkt konveks afrundet til begge sider, saa nogen elv vanskelig kunde tænkes at komme ned her.



Sandmæl langs Folla ved Brandsnes, ca. 40 m. høi.

Den naturligste og enkleste forklaring her synes mig, at en elv har flydt mellem bræen og dalsiden og udjevnet den forhaandenværende moræne til en terrasse. Det andet terrassetrin fremkommer da ved, at bræen synker noget.

Dernæst vil vi gaa over til at se lidt paa terrasserne paa sydsiden af Foldalen midt imod Krokhaug. Her stiger de trin

for trin op fra de flade sandmoer, som ender i op til 40 m. høie mæler ud mod Folla. Billedet viser et parti af disse. De bestaar dels af sand, undertiden med lidt ler, og dels af grovere grus, altid laget i, saavidt det kunde sees, horizontale lag. Henover sandmoerne sees talrige gamle elveleier, og de nederste terrasser er typiske elveterrasser; men eftersom man stiger opover, bliver gruset i dem grovere og grovere, og i det øverste terrassetrin er det som udpræget moræne. Paa dette ligger der ikke faa kantede blokke, af hvilke enkelte har en størrelse af flere kubikmeter. Langs den vei, som fra Krokhaug fører over til Atnedalen, har man et gammelt elveleie fra disse terrasser til en betydelig endemoræne ved Faldet. Elveleiets størrelse viser, at det har været en anselig elv, som har flydt i det. Men det er kun lidet udgravet, saa elven kan ikke have gaaet her længe. Dette maa tydeligvis være leiet efter elven fra den bræ, som afsatte morænen ved Faldet, og de vældige masser af sand og grus, vi her har, er af denne elv ført nedover fra bræen. Men hvorfor har ikke elven spredt dem nedefter hele Foldalen, men ophobet dem her paa en forholdsvis kort strækning? Paa sydsiden af dalen imod Krokhaug ligger en aas, Holskollen. I Skaret paa vestsiden af den, hvor veien gaar, er leiet efter vor bræelv. Paa østsiden af Holskollen er der en dybere indsænkning, hvorefter Grimsa nu flyder. Isstrømmen fra Rondane er ved Holskollen bleven delt i to grene, en paa østsiden og en paa vestsiden. Den østlige gren maatte være den største, baade fordi dens leie ligger dybere, og fordi den gaar frem uden synderlig afbøining. Den vestlige derimod har et snevrere leie og et krummet løb. Hvis nu den østlige gren naaede ned i Foldalen, samtidig med at den vestlige kun rak frem i skaret, saa maatte alt grus, som elven fra denne førte nedover, ophobes vestenfor den istunge, der laa tversover dalen.

Er der nu mærker efter, at Holskollen, som vi har forudsat, virkelig har kløvet strømmen? Ja, thi langs dens sydside krummer der sig morænevolde afsatsvis, den ene over den anden til opimod toppen som mærker efter isens skruing imod den.

A Summary of the Contents.

Considerable quaternary deposits are found in the valley of Foldalen, which is a sidevalley to the great valley of Østerdalen and situated in the midst of southern Norway between Christiania and Trondhjem.

On the bottom of the valley a moraine vinds, which is very like an „Ås", as the gravel in it at several places shows stratification. The erratics have moved in a northerly direction and also the glacial striation goes in that direction or nearly to the axis of Foldalen. When the ice had been so much diminished by melting, that it no longer could flow over the northern side of Foldalen, it probably was deflected along the flat-bottomed valley in westerly and easterly directions. Many terraces ar found in Foldalen at very different altitudes from near the bottom of the valley to 200 m. above it. These terraces have been formed in different ways. Most of them are river terraces, some are sidemoraines washed out and levelled by glacial streams between the edge of the glacier and the side of the valley, and one of these terraces is of lacustrine origin. These terrace (fig. on pg. 8) lies at Borsungsaetrene, 4 km. east of Hjerkinn, 950 m. above sea level. It was formed in a lake in the upper part of Foldalen, which was dammed up to the watershed in the northwestern between Foldalen and the valley of Drivdalen by the ice lying in the eastern and lower part of the valley. The mountain region of Rondane to the south of the valley has in the last period

of the *Ice Age* sent forth a considerable mass of ice in northerly direction. for great moraines start from these mountains, which together can be followed along the depressions quite to Foldalen (the southeastern part of the map on pg. 5).

These moraines are quite unaltered, in contrast to the lower lying moraines in the adjacent parts of Gudbrandsdalen and Østerdalen, which are much altered by postglacial erosion. This suggests that the glaciers from Rondane northwards to Foldalen are considerably younger and perhaps belong to a more recent period of the Ice Age than the moraines down in Gudbrandsdalen and Østerdalen.

Contemporary with the moraines from Rondane to Foldalen are mighty deposits of sand, which lie on the bottom of Foldalen. The plains of sand here end in several places in steep escarpments 40 m. high towards the river Folla. These escarpments have been cut by the river in the sandy deposits.

More beds of glacial streams cross the sand-plains here, one of these goes from the sandy plains opposite Krokhaug in southerly direction to a great terminal moraine at the farm of Faldet.

No. 4.

Om periodiske forandringer

hos

norske bræer.

Af

J. Rekstad.

Om periodiske forandringer[1])

hos

norske bræer.

Af

J. Rekstad.

Som bekjendt rykkede de norske bræer stærkt frem i første halvdel af forrige aarhundrede og dækkede da strækninger, som i lange tider havde været isfrie. Den største af Svartisens bræer ved Holandsfjord ødelagde saaledes under sin fremrykning omkring 1720 gaarden Storstenør og beskadigede meget Nabogaarden Fonnøren[2]). I 1742—1743 ødelagde Nigardsbræen, som da havde været i fremrykning omkring 30 aar[3]), en af Gaardene Nigard og beskadigede to eller tre af nabogaardene. Samtidig gjorde en anden af gletscherne fra Jostedalsbræen stor skade paa gaarden Berset, og omtrent ved denne tid rykkede ogsaa bræerne i Olden stærkt frem.

Fra midten af forrige aarhundrede har bræerne her i landet i det hele taget gaaet tilbage, og det synes, som om vi endnu ikke er komne til enden af denne afsmeltningsperiode.

---

[1]) Af forskere, som tidligere har behandlet spørgsmaalet om de norske bræers variationer, kan særlig nævnes:
Dr. *Reusch*, der i en afhandling, *Bræernes Vekst og Aftagen i Norge*, i „Naturen" for 1882, har samlet, hvad man da vidste herom,
og Prof. *E. Richter*, *Beobachtungen über Gletscherschwankungen in Norwegen 1895*, Petermanns Mittheilungen for 1896.

[2]) Rekstad, Beretning om en undersøgelse af Svartisen i *Archiv for Math. og Naturv.*, b. XVI, pg. 284.

[3]) Hans Wiingaard, Om Justedalens Snebræ eller Iisbræ (H. Strøm, Søndmørs Beskrivelse, I, pg. 46).

I Jostedalen gaar der sagn, om at Nigardsbræen skal have ødelagt flere gaarde. Dette sagn omtales i „Justedalens Beskrivelse" af Matthias Foss fra 1750 (Thaarups Magazin, b. II, pg. 27). Hos Hans Wiingaard (H. Strøm, Søndmørs Beskrivelse, I, pg. 46), som var prest i Jostedalen fra 1725 til 1731, har det følgende form:

„Det er og et Sagn blandt Bønderne i Justedalen, at der i samme Dal, som nu er opfyldt med Snee fra det yderste til det øverste, har tilforn staaet 14 Røgstuer. Og at dette ikke er en Digt, sluttes rimelig deraf, at der i en Myr, som gaar hen til Bræen, sees en Gade eller Stenbroe, som uden Tvivl har været en Kjørevei for daværende Bønder".

Der ligger antagelig en virkelig begivenhed til grund for dette sagn, men denne maa henlægges til en fremrykning af Nigardsbræen meget længere tilbage i tiden end den, som fandt sted i begyndelsen af forrige aarhundrede.

I matrikelen af 1667 fik Jostedalen sin skyld noget forøget, medens flere af de øvrige bygder i Sogn fik den nedsat. Hvis i en liden bygd som Jostedalen flere gaarde var ødelagte af bræerne, vilde ikke matrikelskylden kunne forøges, snarere maatte den formindskes. Desuden kan man af lensregnskaberne for Sogn, som for det 17de aarhundrede er nok saa fuldstændige, se, at der ikke i dette tidsrum er gaarde forsvundne i Jostedalen. Dette viser, at bræerne her ikke kan have havt nogen ødelæggende fremrykning i det 17de aarhundrede. Og om den begivenhed, som ligger til grund for det af Wiingaard omtalte sagn, ikke havde været ham fjernere end hundrede aar, vilde vel heller ikke sagnet havt en saa ubestemt form. Thi han vilde da i Jostedalen, hvor jo, efter hvad man almindelig siger, folk skal leve længe, have truffet personer, der havde hørt beretningen om bræens ødelæggelse af øienvidner.

Vi maa derfor antage, at den fremrykning af Nigardsbræens, hvortil sagnet knytter sig, ikke kan have fundet sted senere end i det 16de aarhundrede.

Det vilde have været af stor interesse at faa bestemt tidspunktet for denne fremrykning, men det er desværre ikke sandsynlig, at det vil lykkes, thi ødelæggelsen af et par smaa gaarde i en afsidesliggende fjeldbygd er ikke af de store begivenheder, man kan vente at finde antegnede i annalerne. Kjendtes tiden for to paa hinanden følgende af disse store fremrykninger hos bræerne, saa havde man antagelig dermed periodens længde givet; thi at dette er periodiske forandringer, synes klart.

Før fremrykningen i forrige aarhundrede var bræerne ialfald ligesaa langt tilbage, som de nu er, sandsynligvis lidt længere. Hos Bohr (Om Isbræerne i Justedalen, pg. 8, Kristiania 1819) heder det:

„Efter nogle Mænds Forklaring havde Bræen (Nigardsbræen) overdækket en Strækning af en Fjerdedel Miil i Længde".

Nigardsbræen skulde altsaa under den fremrykning have gaaet 1/4 mil frem. Sidste sommer laa dens ende 2100 m. bagenfor endemorænen fra 1743.

Ogsaa om Tverbræen i Krondalen som beskadigede gaarden Berset i 1742 har Bohr en udtalelse, som tyder paa, at den før fremrykringen var længere tilbage, end den nu er.

Ifølge traditionen i Rødø og Melø skal den gaard Storstenør, som omkring 1720 ødelagdes af bræen, have ligget ved bunden af den bugt, hvorimod bræen kommer ned. I 1890 var afstanden fra bugten og op til bræen omtrent 800 m. Rimeligvis maa bræen have været længere tilbage, dengang gaarden Storstenør byggedes, end den var i 1890.

Den store fremrykning i forrige aarhundrede begyndte 1700—1710, følgelig havde bræerne hos os en minimumsstand omkring *aar 1700.* Det følgende maksimum indtraadte *1745—1750.* Siden har de aftaget i omtrent *150* aar, og endnu kan vi ikke siges at være komne til enden paa afsmeltningen.

Det er fremtrædende her ligesom ved de forandringer med kortere periode, man har hos bræerne, at deres frem-

rykning er raskere og meget mere kortvarig end deres aftagen.

Om periodens længde kan for tiden ikke mere med sikkerhed udledes, end at den maa være noget over 200 aar. Isaafald synes det ikke usandsynlig, at der kan komme en almindelig fremrykken af bræerne i det tyvende aarhundrede.

Foruden disse store forandringer hos vore bræer igjennem et langt tidsrum, har man ogsaa mindre forandringer af for-



Boiumsbræen i 1886 efter Lindahls fotografi, Andvords forlag.

holdsvis kort periode. Disse er imidlertid saa smaa, at de kun merkes ved en mere indgaaende iagttagelse.

Spørger man saaledes selv folk, der bor lige ved en stor bræ, hvorledes den har forandret sig i aarenes løb, saa svarer de gjerne, at den har aftaget, bare aftaget, stadig aftaget. Men saa kan man træffe en og anden, som ved at fortælle, at bræen ikke bare har aftaget, men at den ogsaa til sine tider har rykket lidt frem.

De Seue, som undersøgte Jostedalsbræen i somrene 1868 og 1869, siger (Le Névé de Justedal et ses Glaciers), at dens gletscher begyndte at rykke frem i 1868 og 1869. Hvorledes de har forandret sig siden, ved man lidet om.

Ved at sammenligne en række fotografier fra de sidste 30 aar af Boiumsbræen i Fjerland i Sogn har det kunnet paavises, at denne bræ voksede fra 1868 til omkring 1870, aftog fra 1870 til omkring 1880, voksede fra 1880 til omkring 1888, og siden har den aftaget. Til denne sammenligning



Boiumsbræen efter fotografi i 1899.

har følgende fotografier kunnet skaffes tilveie: De Seues fra 1868, fotograf Knudsens (Bergen) fra 1874, 1888 og 1896, fotograf Axel Lindahls (Södertelje) fra 1886 og mit fra 1899. Ovenfor er to af disse fotografier, reproducerede, nemlig Lindahls fra 1886 og mit fra 1899. Man vil da af dem se, at bræen er betydelig større i 1886 end i 1899.

Saavidt det kan sees af de fotografier, som har kunnet skaffes af Suphellebræen, har denne fuldstændig fulgt Boiumsbræen i sine variationer.

Richter, l. c., kommer under sit besøg af Boiumsbræen i sommeren 1895 ved sine iagttagelser samt ved at sammenligne De Seues fotografi af denne bræ fra 1868 med Knudsens fra 1888 til det resultat, at den stadig har holdt sig uforandret fra 1868 til 1895. Dette tror jeg efter de iagttagelser, jeg har havt anledning til at gjøre, er feilagtigt, og i denne opfatning er jeg ogsaa bleven bestyrket ved de nærboendes vidnesbyrd. Hans Andersen Tufte, der ledsagede Sexe og De Seue paa deres reiser her og siden har boet paa Boium. den bræen nærmest liggende gaard, udtalte saaledes, at Boiumsbræen siden 1868 havde gaaet meget tilbage.

Oppe i Boiumsbræen stikker nu berget etsteds frem som et skjær i isen. Hans Andersen Tufte opgav mig, at dette skjær var større i 1898 end sidste sommer. Deraf maa vi slutte, at Boiumsbræen i sit øvre parti havde begyndt at vokse i 1899, og det er da ikke usandsynligt, at dens nedre ende allerede kommende aar vil begynde at rykke frem.

Boiumsbræen havde altsaa en minimumsstand i 1867, 1880 og 1899(?), en maksimumsstand i 1870 og 1888. Grafisk kan dens variationer anskueliggjøres ved den paa side 12 staaende kurve.

Periodernes længde bliver som følger:

1880—1867 = 13 aar.
1888—1870 = 18 —
1899—1880 = 19 —

Da tiderne for maksima og minima er usikkre, kan der ikke bygges meget herpaa, men saameget er ialfald sikkert, at Boiumsbræen fra 1867 til 1899 har havt to periodiske variationer med to maksima og et minimum.

I det hele taget har den aftaget i dette tidsrum, og at De Seues og Knudsens fotografier af den ser man, at den var lidt større lige ved minimum i 1868 end under maksimum i 1888.

Richter slutter (i den forannævnte interessante afhandling) af sine iagttagelser i 1895, at bræerne i Norge ikke paa langt

nær kan have gaaet saameget tilbage som Alpernes i sidste halvdel af dette aarhundrede. Denne slutning er, tror jeg, forhastet. De norske bræer har i det hele taget gaaet meget tilbage i dette aarhundrede og ikke mindst i de sidste 50 aar.

Som bevis herfor vil jeg anføre nogle maal for tilbagegangen fra bræer, som jeg kjender. Den største af Svartisens bræer i Holandsfjord har efter troværdige folks vidnesbyrd trukket sig omtrent 800 m. tilbage i de 90 aar fra 1800 til 1890[1]). Om Nigardsbræen ved vi (Bohr, l. c., pg. 8), at den fra 1748 til 1819 gik 1726 fod = 541 m. tilbage. I sommeren 1899 var afstanden fra bræens ende til morænen af 1748 2100 m. Altsaa har den fra 1819 til 1899 gaaet 1559 m. tilbage. En af opsidderne paa Nigard paaviste en endemoræne, som bræen laa an imod for 25 aar siden. Afstanden fra denne endemoræne til bræen var sidste sommer 500 m. Saameget har den da gaaet tilbage i de sidste 25 aar.

Bersetbræen i Krondalen besøgtes i 1851 af Forbes, som i sit verk, Norway and its Glaciers, pg. 165, har en tegning af denne bræ. Nedenfor findes den reproduceret ved siden af et fotografi af bræen fra 1899.

Heraf vil man nu kunne se, hvor betydeligt den har aftaget siden 1851.

Af beboerne paa gaarden Berset blev der vist mig et punkt, hvortil Bersetbræen naaede for 70 aar siden. Afstanden fra dette til bræenden var 750 m. Saameget har altsaa denne bræ trukket sig tilbage i de sidste 70 aar. Fra Forbes besøgte den i 1851, har den gaaet 677 m. tilbage, thi han opgiver, at afstanden fra den store moræne til bræen dengang var 900 yards = 823 m., medens den sidste sommer var vokset til 1500 m.

---

[1]) Rekstad l. c. pg. 283.

Jens Aars, som var resid. kapellan i *Rødø* (den bygd, hvori bræen ligger) fra 1804 til 1806, skriver i 1810 i et brev til overlærer *Flor* i Kristiania blandt andet om denne bræ: „Fjeldet isklædning begynder saa nær ved strandkanten at den endog ofte i flodtiden skal beskylles af havet".

Boiumsbræen har efter opgivende af troværdige folk i Fjerland gaaet omtrent 1350 m. tilbage i de sidste 70 aar.

Alle bræer i Jostedalen og Fjerland har uden undtagelse gaaet meget tilbage i de sidste 50 aar. Bræerne i Nordfjord har jeg ikke seet, saa om dem kan jeg intet udtale, men De Seue opgiver i 1869 for de fleste af bræerne her, at de længe havde været i aftagen.

De Seues iagttagelser for 1868 og 69 viser, at Gletscherne fra Jostedalsbræen da saa nogenlunde fulgtes ad i sin frem-



Bersetbræen efter Forbes's tegning i 1851.

rykning. Det samme, ved vi, var tilfældet i 1742—1743, og saavel de omboendes vidnesbyrd som morænerne tyder paa, at dette ogsaa har holdt ved fra 1868 til nu.

Alt hvad man ved om Svartisens bræer, taler bestemt for, at ogsaa deres variationer i det væsentlige har været samtidige med Jostedalsbræens. Folgefonnen derimod indtager en anden stilling, idet bræerne fra den har rykket meget frem i dette aarhundrede, samtidig med Jostedalsbræens og Svartisens stærke aftagen.

Som bevis paa hvorledes Buarbræen, en udløber fra Folgefonnen, har rykket frem i dette aarhundrede vil jeg anføre en række iagttagelser.

Sexe, som besøgte denne bræ i somrene 1859, 60 og 61, siger om den (Universitetsprogram for 1864, pg. 10):

„Den har tiltaget i den sidste menneskealder og skudt sig frem henimod 1/8 mil og har derved lagt under sig en ikke



Bersetbræen efter fotografi i 1899.

Bræ 3 paa Forbes's billede er den egentlige Bersetbræ, som indtager midten paa dette billede. Bræ 4, som paa Forbes's billede flyder sammen med hovedbræen, er i 1899 aftaget saa meget, at der da er et stort aabent rum mellem dem. Det store berg tilvenstre for hovedbræen stikker i 1851 kun frem som en liden sort flek af ismasserne.

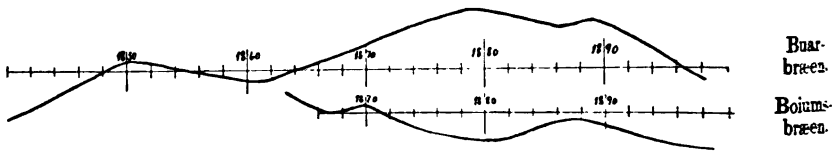
ubetydelig strækning beitesmark for smaafæ. Den har dog i de sidste aar været i aftagende".

Dr. *Reusch* skriver, l. c. pg. 18: „Meddeleren, der besøgte Buarbræen i 1870, saa foran enden græstørv, som den nylig havde pløiet op ved sin fremadskriden, og hobe af sten, som den havde skudt frem. En gut, som en lørdagsaften havde været heroppe, havde lagt merke til en stor sten, der laa saa langt fra bræen som en vogns bredde. Den følgende lørdag naaede isen til stenen".

I Y. *Nielsens reisehaandbog* for 1896, pg. 228, heder det: „Buarbræen rykkede i 1870 mere end 80 m. frem, i 1871 endog 4 m. paa en uge, hvorimod den nu i nogen tid har været i tilbagegang (30—40 m.)".

Penck (Die Gletscher Norwegens, separat aus den Mittheilungen des Vereins für Erdkunde, Leipzig 1879, pg. 7) siger. at Buarbræen rykkede stærkt frem i 1878, og at dens ende da laa omtrent 40 m. lavere end i 1860.

Fra fotograf Knudsen, Bergen, har fotografier af Buarbræen fra somrene 1864, 1886, 1889, 1891 og 1897 samt et fra omkring 1870 kunnet erholdes. Bræen er størst paa fotografiet fra 70-aarene og mindst paa det fra 1897. Men den er



Grafisk fremstilling af variationerne hos Buarbræen og Boiumsbræen i de senere aar.

paa dette sidste adskillig større end paa Sexes kartskisse fra 1860 (Universitetsprogram for 1864, pg. 9). Paa fotografierne fra 1886 og 1889 er den noget mindre end i 70-aarene og størst paa det fra 1889. Nedenstaaende kurve vil give saa nogenlunde et billede af dens variationer i tiden fra omkring 1850 til 1897.

Buarbræen havde maksimumsstand omkring 1850, 1878 og 1886, minimumsstand omkring 1861 og 1886.

Periodernes længde bliver da:

1878—1850 = 28 aar.
1889—1878 = 11 —
1886—1861 = 25 —

Dette er lidet overensstemmende, men tidspunkterne for maksima og minimum er ogsaa noget usikre.

Af Bondhusbræen har fotografier kunnet skaffes fra somrene 1869 og 1889. Af dem kan vi se, at den var betydelig større i 1889 end i 1869, den har altsaa vokset som Buarbræen i dette tidsrum.

Det er imidlertid vanskeligt at finde nogen fyldestgjørende forklaring til den stærke fremrykning hos bræerne fra Folgefonnen i et tidsrum, da vore to andre store bræer, som vi har seet, skrumpede saa stærkt ind. Da dette forhold har holdt ved igjennem et saavidt langt tidsrum, kan det ikke skyldes tilfældige aarsager, saasom en ophobning af snemasserne lokalt ved en, enkelte aar, forherskende vindretning.

Der er, som vi har seet, to arter periodiske forandringer merkbar hos vore bræer, en lang paa over 200 aar med store forandringer og en kortvarig med smaa forandringer, der ytrer sig som en krusning paa de store bræbølger.

Nigardsbræen og antagelig ogsaa Boiumsbræen har fra 1748 til 1899 trukket sig over to kilometer tilbage, medens deres variationer under de kortvarige perioder neppe gaar op til 100 m. Altsaa er her forandringerne under den lange periode over 20 gange saa store som under den korte.

Vilde man tænke sig endnu en periodisk forandring hos bræerne meget længere og for eks. 20 gange større end den paa 2 km. hos Nigardsbræen, saa vilde denne bræ naa til Marifjæren, vi vilde med andre ord under saadanne forhold faa en istid.

Bræernes forandringer betinges sikkerlig af tilsvarende variationer i de meteorologiske elementer, specielt nedbørsmængden og temperaturen, og det vilde være af stor interesse, om saadanne periodiske variationer hos dem kunde paavises. Fandt man en forklaring til disse, vilde man maaske derved ogsaa bedre komme til at forstaa istidens aarsager, som nu synes os saa gaadefulde.

Summary.

About 1700 the Norwegian glaciers began a great advance which lasted untill 1743—1745. During this advance at about 1720 the greatest glacier from the snowfield of *Svartisen* (under the Polar Circle) destroyed a farm, *Storstenør*, in *Holandsfjord* and damaged the neighbouring farm, *Fonnør*. As an evidence of how considerably the glaciers increased in the said period, it may be mentioned, that, according to what is related. the *Nigardsbræ* in the valley of *Jostedal* (61½° N. L.) advanced about 3 km. in that time and destroyed (1742—1743) a farm and damaged two other farms. At the same time the *Tverbræ* in *Krondalen*, a side-valley to *Jostedalen*, much damaged the farm of *Berset*.

It is a tradition in *Jostedalen* that the *Nigardsbræ* a long time (more than a century) before the great advance in the eighteenth century increased much and destroyed several farms situated in front of the glacier in that part of the valley, which is free from ice now and also was uncovered before the forward push in the eighteenth century.

After 1750 the glaciers in *Norway* have retreated much. In this century this is especially stated for the glaciers descending from the snowfields of the *Jostedalsbræ* and *Svartisen*. The end of the *Nigardsbræ* lay in the summer 1899 2100 m. back of its terminal moraine from 1743.

The *Bersetbræ* in *Krondalen* has retreated ca. 680 m., since *James D. Forbes* in 1851 visited it, and the *Boiumsbræ* in *Fjerland* has decreased 1850 m. from 1743 until 1899.

The retreat however has in this century not been uniform, but interrupted by minor protrusions, which at the most have mounted to 100 m. During the years 1867—1869 the glaciers from the *Jostedalsbræ* had a minimum (conf. De Seue: Le Névé de Justedal et ses glaciers, Christiania 1870).

The Boiumsbræ for instance began to increase in 1868, reached a maximum about 1870, decreased from 1870 to 1880, increased again from 1880 to 1888 and since it has been in retreat (Compare fig. pg. 12). It was larger during the minimum in 1867 than during the maximum in 1888, consequently upon the whole it has decreased much during these years.

As far as known the other glaciers from the *Jostedalsbræ* have tolerably well accompanied the *Boiumsbræ* in their variations.

It is evident that there are two sorts of periodical oscillations found in the Norwegian glaciers, first great oscillations having a period of at least two hundred years and secondly smaller oscillations — not more than one twentieth of the great ones. The duration of the small oscillations of the *Boiumsbræ* has after 1867 been 16—18 years.

In this century the glaciers from the snowfield of *Folgefonn*, N. L. 60°, have comported themselves differently from the other Norwegian glaciers. They have — it is especially stated with the *Buarbræ* — advanced much until 1879. Since that time they have decreased. After 1850 the *Buarbræ* has had two oscillations of short duration, the first of these lasted about twenty eight years, the second eleven years (compare fig. on pg. 12).

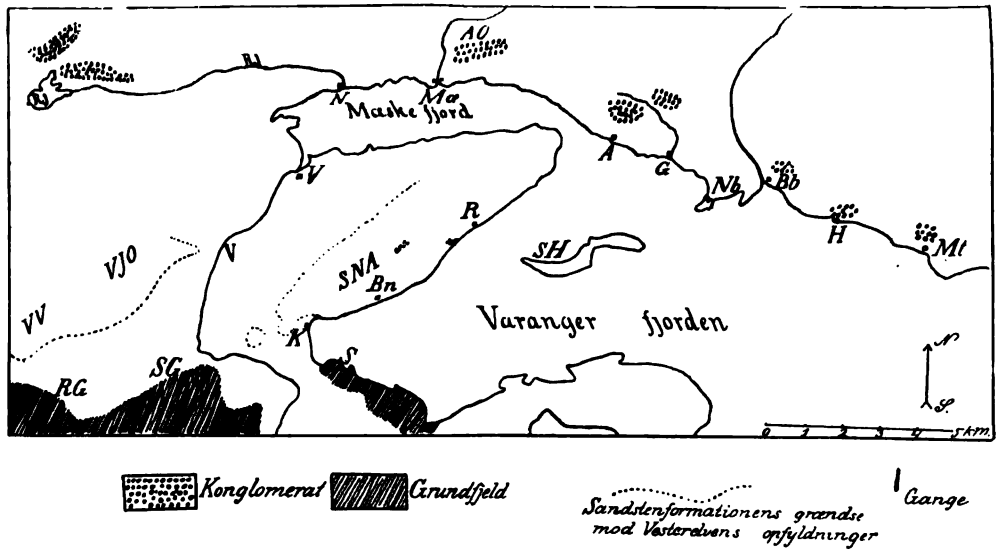
No. 5.

Geologiske iagttagelser

omkring Varangerfjorden

Af

Adolf Dal.



Kartskisse over den inderste del af Varangerfjordens omgivelser.
Kun grundfjeldet og konglomeraterne er betegnede. Sandstenene og de løse afleininger er hvidt.

RJ	= Raavijok, Raavijavre.	H	= Hammernes.	Bn	= Bigganjarg.
N	= Nyborg.	Mt	= Mortensnes.	K	= Karelbotten.
Mæ	= Mæskelv.	VV	= Vuocevarre.	SH	= Sjøholmen.
A	= Abelsborg.	VJO	= Vuoks javre oaivve.	S	= Sirdaguoppe.
G	= Giskanjok.	V	= Vesterelven.	RG	= Reikjokgaisa.
Bb	= Bergeby.	SNA	= Selisnjarg allas.	SG	= Spikargaisa.
Nb	= Næsseby.	R	= Rappenjask.	AO	= Aldoaivve.

Geologiske iagttagelser omkring Varangerfjorden.

I avvigte sommer (1899) havde jeg anledning til at gjøre endel iagttagelser over geologiske forhold omkring Varangerfjorden. Mit egentlige arbeide i disse egne tillod mig dog kun at avse et par dage til disse iagttagelser, der derfor ikke kan være synderlig fyldige eller omfattende; jeg har dog troet at burde offentliggjøre dem, da disse egne kun sjelden besøges af geologer.

Varangerhalvøen (paa finsk Varjag-Njargga) kalder man den landstrækning, der begrænses af Tanafjorden og Tanadalen i vest, av Varangerfjorden i syd, medens Nordishavet beskyller dens kyster i nord og øst. Halvøens indre er saagodtsom aldeles ubeboet, kun i Syltefjordsdalen, der aabner sig mod nord, findes der en 5—6 fastboende familier. I geologisk henseende er derfor dens indre vanskeligt at udforske uden større anstalter, og det er saa godt som ganske ukjendt.

Heller ikke dens kyster har været besøgt av mange geologer. Endnu skriver det meste, man ved om halvøen, sig fra Keilhau[1]). — Dr. Tellef Dahll har i Kra. Videnskabsselskabs Skrifter[2]) givet et profil tvert over hele Finmarken, hvor da ogsaa Varangerhalvøen er medtaget; hans geologiske kart

[1]) Gæa Norvegica II hefte, pag. 225 ff. — Reise i Øst- og Vestfinmarken

[2]) 1867.

over det nordlige Norge er fra 1879; en kort text til dette findes i: Det nordlige Norges geologi, udgivet af dr. H. Reusch 1892 (Norges geologiske undersøgelse).

Fornyet interesse fik disse geologiske forhold ved dr. *H. Reusch*'s fund af skurstene i konglomerater omkring bunden af Varangerfjorden, hvorved disse erkjendtes som glacialdannelser[1]). Fra et av disse konglomerater har vi ogsaa iagttagelser av *Aubrey Strahan*[2]).

Varangerhalvøens fjeldbygning bestaar av sandsten, kvartsitisk sandsten og kvartsit, med underordnede lag af konglomerater og lerskifere. Grundfjeld er ikke nogetsteds iagttaget, heller ikke eruptiver, uden som ganske enkelte gange.

Langs Varangerfjordens nordside og et godt stykke nordover gjennem halvøen er lagstillingen i det hele taget horizontal, eller med svage fald, 5°—7°, nordover, eller mod nordøst. Lagene er trappetrinsvis bearbeidede af havet i dets forskjellige stand, saa at landskabet i profil frembyder former, der minder om aaserne i Asker og Bærum.

Bagenfor hæver atter landet sig, med mere avrundede former og naar omtrent midt paa halvøen høider paa 5—600 m. Disse er almindeligvis ikke snedækte om sommeren. Mod nord og vest styrter landet temmelig brat ned.

Sandstenens farver er mest graa og brun, brudstykkerne middels store, undertiden temmelig store, da bestaaende av avrundede, indtil nøddestore stykker af hvid kvarts, f. ex. ved Naveren, strax øst for Vadsø. Feldspatkorn forekommer ogsaa meget hyppigt, og stenen burde da maaske ikke kaldes sandsten. Kvartsiten har meget forskjellige farver; lerskiferen er graa eller rødbrun.

Den plads i lagrækken, der tilkommer denne sandstensformation, der strækker sig over størstedelen av Finmarken, er endnu ubestemt, da fossiler endnu ikke er fremfundne.

---

[1]) H. Reusch: Det nordlige Norges geologi p. 31. Se ogsaa samme forfatters: Skuringsmerker og morænegrus. N. g. u. Aarbog 1891, s. 73. Kra. 1891.

[2]) Quarterly Journal of the Geological Society, vol. LIII, pg. 137 ff.

Paa halvøens sydside er lagstillingen som nævnt i det hele taget horizontal. Ved en excursion jeg i 1898 gjorde fra Næsseby til midten av halvøen, hvor der ligger en del store fiskevand, viste det sig, at denne lagstilling i det hele bibeholdtes. Men her skiftede landskabets karakter, idet der optraadte temmelig trange dalsænkninger, samtidig som der kunde observeres steile lagstillinger. Hele tiden saaes sandsten og lerskifer. Paa grund av den sterke overdækning av løst materiale og vidtstrakte tuede mosmarker (sphagnumtuer) var dog anledningen til observation av det faste fjeld ikke stor. I elve- og bækkeleierne saaes, meget fremtrædende, stykker av en rød finkornet sandsten, og i fjeldhøiderne kunde der ogsaa sees røde vægge f. ex. i *Madevarre*, men omstændighederne tillod mig ikke at undersøge dem nærmere. Paa halvøens nordside og paa vestsiden langs Tanafjorden kan man iagttage en meget sterk foldning av lagene. Langs den sidst nævnte fjord strækker denne foldning sig sydover ogsaa omtrent til midten av halvøen. Naar derfor Tellef Dahll i sit omtalte profil tegner lagstillingen paa Varangerhalvøen horizontal, saa gjælder dette kun for dens sydlige del, og her ogsaa kun med modifikation.

Ved Vagge — et dampskibsstoppested inderst i Tanafjorden — kan man se et godt exempel paa foldningen. Man har her, naar man gaar nordover, først lys graa kvartsit ca. 350 m., saa mørk graa skifrig sandsten ca. 100 m., saa rødlig kvartsit, alt med et sydligt fald av 70—80°. Gaar man sydover, har man de samme bergarter med et nordligt fald paa 50—60°. Selve stedet Vagge ligger i aabningen av en liden dal, der dannes av selve synklinalen, og man kan se, at kvartsitlagene ved dens bund faar svagere fald paa begge sider og altsaa bøier sig sammen. En bæk, som kommer ud her, har oplagt en terrasse; fra dampskibet kan man tydelig se en strandlinje i fjeldvæggen i terrassens høide; den er dog vanskelig at gjenfinde i fjeldet selv. Men længere syd, søndenfor den fjordarm, som kaldes Lerpollen, kan

man se horizontale sandstenslag tegne sig i svimlende høie, lodrette fjeldvægge.

Tanadalen er helt opfyldt av elvens grus og sand. Veien gaar paa brede terrasser i forskjellige høider. Uden at gjøre betydelige avstikkere kan der ikke gjøres nogen iagttagelser over det faste fjeld. Langsmed veien fra Seida (ved Tana) over til Varangerfjorden er terrainet ogsaa for det meste dækket av grus. Dog kan man paa et par steder finde brun grov sandsten, der dels optræder i horizontale lag, dels med en nordvestlig hældning; saaledes iagttages 55° nordvestligt fald strax vestenfor indsjøen Raavijavre; ligesaa træffer man strax vestenfor Nyborg et fald av 40° mod samme himmelegn. Sandstenen er feldspatholdig.

Nordenfor Raavijok, ved dens udløb av Raavijavre, bliver man var en ikke meget høi fjeldtop av en eiendommelig brun farve. Man har her for sig et konglomerat av den samme eiendommelige art som det dr. *Reusch*[1]) har beskrevet fra Mortensnes, og hvori han fandt skursten.

Konglomeratet i denne top har ligesom ved Mortensnes en brun grundmasse; brudstykkerne er her ved Raavijavre ikke særdeles store og i det hele taget ikke meget talrige. De dannes av forskjellige bergarter. De er dels avrundede. dels kun kantstødte, men deres udseende er forskjelligt fra almindelige konglomeraters brudstykker og minder sterkt om stenene i en almindelig moræne. Virkelige skurstene saa jeg dog ikke. Konglomeratet synes at modstaa forvitring godt: det er skifrigt, men meget fast for hammeren. Dets mægtighed er ca. 30—40 m. og udgjør som nævnt det øverste av fjeldtoppen; under det ligger en brun smuldrende skifer. der baade paa nord- og sydsiden falder ind under det.

Denne top skilles ved en dyb dal fra den nordvestenfor liggende Vuobmenjunne. Denne top, eller rettere høideflade. bestaar ogsaa av det samme rødbrune konglomerat. Fjeldet

[1]) l. c. pag. 32.

er her meget avslidt; man kan se de indleirede brudstykker stikke frem av den avglattede fjeldoverflade; enkelte av dem er ogsaa vitrede løs, saa de kan sparkes ud med foden. Skuringsmerker kunde ikke sees. Heller ikke kunde det underliggende fjeld iagttages paa grund av den sterke overdækning av løst materiale under toppen.

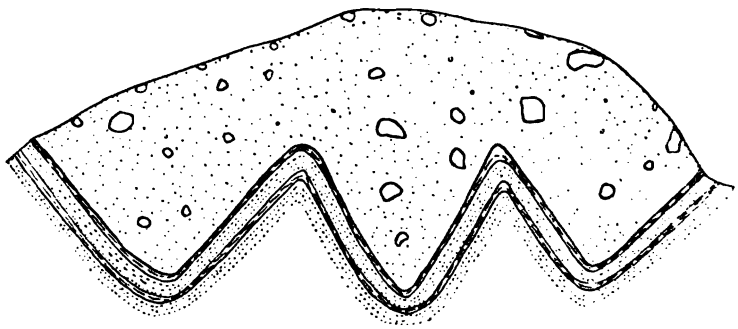
Det samme brune konglomerat gjenfindes ca. 10 km. længere øst i Aldoaivve (Høgenut); man kan her tydeligt se dets forhold til den underliggende skifer. Naar man gaar fra landeveien opover langs Mæskelven, ser man i dennes elvekløft et meget smukt profil av sterkt foldede vexlende lag av graa sandsten og rødbrun skifer (beskrevet med tegning av dr. Reusch[1]). Foldningen er meget sterk; speilende glideflader sees saa godt som paa hvert skiferstykke man faar løs. Axelinjerne gaar i det hele ø.—v. Fossiler eftersøgtes forgjæves. Man maa, for at faa undersøgt disse profiler, gaa nede i selve elveleiet; stiger man saa op paa østsiden kommer man først op paa en stor og udpræget terrasse; naar man saa paa veien videre østover forlader denne for at stige op paa selve toppen, der efter rektangelkartet er 168 m. høi, kan man gjennem det tynde dække av løsmateriale se ryggene av folderne stikke frem. Den øverste del af toppen udgjøres saa atter av det rødbrune konglomerat, der har ganske samme karakter som det før omtalte. Toppen er temmelig glatskuret; skuringsmerker i ø.-v. retning. Konglomeratet ligger altsaa paa den foldede skifers topper (se vedføiede tegning paa næste side).

Længere mod øst kan det samme konglomerat iagttages ovenfor Abelsborg. Den brune grundmasse er her endnu mere overveiende og brudstykkerne forholdsvis faae. Under konglomeratet har man paa sydsiden en grov brun sandsten, derunder graa sandsten, begge med sterkt nordligt fald. Disse sandstenes forhold paa de andre sider av toppen kunde

[1]) l. c. pag. 35.

ikke sees. Konglomeratet sees igjen nordøstenfor i en høide paa den anden side av elven Giskanjok.

Et konglomerat av en ganske anden karakter finder man i fjæren ved elven Giskanjoks udløb, paa østsiden. Blandt brudstykkerne findes bl. a. blegrød dolomit og en sort hornsten. Over dette, paa elvens vestside finder man en meget smaafoldet rød skifer med hvide kvartsaarer og talrige glide-



Konglomeratet i Aldoaivve. Mægtighed ca. 30 m.

merker. Axelinjerne stryger ø—v. Skuringsmerker øsø—vnv. En meget lignende, men noget mere grovkornet skifer finder man igjen længere øst, ved Bergeby. Over denne skifer finder man her det brune „moræne-konglomerat", men nu i lavere høider end før. Dette samme konglomerat træffes atter længere mod øst ved Hammernes og Mortensnes.

Dette konglomerat, som her er fulgt paa en strækning av ca. 27 km., benævnes av dr. Reusch[1]) som „morænekonglomerat". Avgjort skurede stene har jeg selv ikke nogetsteds kunnet finde, men bergartens hele udseende minder sterkt, paatrængende, om en hærdnet moræne. Det sterkeste indtryk av dette faar man, naar man kommer reisende landeveien fra Vadsø og omtrent ved Hammernes, ved en omdreining av veien pludselig støder paa en fjeldvæg av dette brunrøde konglomerat. Det er en behagelig overraskelse efter at have

[1]) l. c.

reist milevis gjennem den ensformige stadig horizontale graabrune sandsten. Ved synet af denne fjeldvæg slaaes man umiddelbart av ligheden med en grustagsvæg i en almindelig moræne. Brudstykkerne ligger hulter til bulter, uden nogen regelmæssighed, av alle størrelser og av forskjellige bergarter.

Mod øst vil man neppe kunne finde dette konglomerat længere end til det nævnte sted, Mortensnes; derimod er det ikke usandsynligt, at den her fulgte linje vil kunne forlænges vestover, og at den kan fuldstændiggjøres, især da paa stykket mellem Raavijavre og Mæskelven. Aldeles ukjendt er det ogsaa for tiden, om det findes længere inde i landet. Søndenfor veien over til Seida nævner dr. Reusch, ifølge meddelelse fra hr. amanuensis Fridtz, at der skal findes konglomerat i fjeldet Styran, men om dette konglomerats natur angives intet. Selv har jeg ikke havt anledning til at undersøge stedet.

Det rødbrune konglomerat ligger overalt ovenpaa en sterkt foldet sandsten eller skifer; selv viser det sig ogsaa mere eller mindre skifrigt, hvorimod noget spor af lagning i det ikke kan sees. Hvilke kræfter der her har gjort sig gjældende, er det endnu for tidligt at udtale sig om, saa meget er dog sikkert, at skiferens speilflader viser, at foldningen er foregaaet efter dens hærdning. Jeg haaber senere at faa anledning til at gjøre fortsatte undersøgelser over Varangerhalvøen, hvorved forholdene vil kunne sees mere i sin helhed. Det er ligeledes endnu ubekjendt, hvorvidt konglomeratet overleires av andre bergarter.

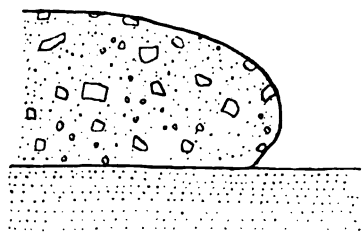
Østenfor Mortensnes har man kun sandsten i forskjellige varieteter, hele veien med svagt nordligt fald. Først ude ved Kiberg (et par mil søndenfor Vardø) optræder steilere fald. Av eruptiver har jeg kun fundet en eneste gang av en mørk bergart (diorit?) paa Ekkerø, 17 km. vestenfor Vadsø. Gangen, der er ca. 3 m. bred, gaar i s-n. retning og gjenfindes paa fastlandet ved Krampenes. Sidestenen, graa sandsten, har undergaaet sædvanlig kontaktmetamorfose, er bleven forglasset.

Nordenfor Karelbotten er halvøen Selisnjargallas (ca. 120 m. høi) opbygget av graa fast kvartsitisk sandsten i tykke, næsten ganske horizontale bænke. Mellem stederne Rappennjask og Bigganjarg findes lige ved fjæren, midt inde i de urokkede sandstenslag et lidet linseformet konglomerat av en eiendommelig beskaffenhed. Det er før beskrevet av Dr. Reusch[1]) og Aubrey Strahan[2]).

Konglomeratets hele synlige mægtighed er kun et par meter, dets horizontaludstrækning henved halvhundrede. Dets grundmasse, der er overveiende over brudstykkerne er mørkegraa, undertiden noget lysere, indtil blegrødt. Det er fuldstændig uskiktet, i den øvre del med antydning til skifrighed. Brudstykkerne er av den forskjelligste størrelse og ligger uden nogensomhelst orden; de er for det meste kantstødte og viser paafaldende ofte nogenlunde rette flader. Skurede stene er ikke fundne. De udgjøres av mange slags bergarter; mest fremtrædende er røde og graae graniter, gneis, mørke sandstene og skifere og diabas(?). Konglomeratet er indleiret mellem de tykbænkede sandstenslag, saaledes at de øvre bøier sig conformt om det. Det er udvasket av sjøen, saaledes at den underliggende sandsten træder frem som en platform, medens konglomeratet med sin avrundede form springer lidt frem, saaledes som paa vedføiede tegning. Paa sandstensplatformen findes der tydelige skuringsmerker, der gaar ind under konglomeratets fremspring; disse er av dr. Reusch og Strahan tydet som førglaciale. Strahan skriver endog (l. c.) at han har forvisset sig om, at de gaar ind under konglomeratet ved at bryde væk noget av dette. Der er to sæt av striber; det tydeligste gaar i retningen øsø—vnv. Dr. Reusch angiver, at denne retning er avvigende fra skuringsmerkernes almindelige retning ved Varangerfjorden; dette er dog ikke tilfældet; thi jeg har baade ved Giskanjok (se ovenfor) og paa Sjøholmen, en ø ikke langt fra det her omtalte konglomerat, noteret striber i samme retning. Skuringsmerkerne

[1]) Skuringsmerker og morænegrus.
[2]) l. c.

ved konglomeratet er aldeles typiske, og de gaar ogsaa uden tvivl ind under dets fremspring; alligevel er det vanskeligt at gjøre sig fortrolig med at de skulde være „fossile". Den underliggende sandsten maatte i saa fald have havt tid til først at hærdne, saa at den kunde modtage striberne; derpaa maatte konglomeratet være fremslæbt, og saa endelig den overliggende sandsten avleiret. Mellem den øvre og den undre sandstens avleiring maatte der da være medgaaet et betydeligt tidsrum; men nu er disse sandstene aldeles ens, og der er intetsomhelst tegn til nogen avvigelse mellem dem, eller nogen mellemlagring udenfor konglomeratet. Nogen endelig forklaring kan endnu ikke gives.



Konglomeratet ved Bigganjarg. Mægtighed ca. 3 m.

Længere oppe fra sjøen forekommer der ogsaa et konglomerat, ligeledes av ganske liden, om end noget større udstrækning. Dets mægtighed er ca. 4—5 m. og den synlige horizontaludstrækning maaske et par hundre. Dette konglomerat er dog av en ganske anden karakter, og kan nærmest betegnes som ordinært konglomerat; brudstykkerne er overveiende og er smaae (valnødstore), temmelig jævnstore, og avrundede.

Selisnjarg-allas med sin kompakte horizontalt liggende kvartsitiske sandsten falder temmelig brat ned mod vest til Vesterelvens vide dalfyldinger. Disse bestaar av ler og sand med vidtstrakte tuede myrer. Paa den anden side av dalen hæver der sig atter topper, der styrter brat ned mod syd, men har svage sænkninger mod nord. I disse optræder en

grov rødbrun sandsten med ofte temmelig store feldspatkorn. Lagningen er rimeligvis horizontal men vanskelig at observere. Man træffer denne sandsten temmelig snart, efter at man har passeret Vesterelven og kan paa et enkelt sted følge den som en ryg henimod toppen Vuoks-javre-oaivve- (oxevasfjeld). Denne ryg danner henimod foden av toppen en tydelig sadel, men i selve toppen, der helt igjennem bestaar av den samme bergart, kan ingen foldning iagttages. Videre følges denne sandsten sydover til Vuoce-varre (Kraakefjeld) der har den samme, mod syd brat udstyrtende form. Saa har man atter en stor dalfyldning, der skiller fra det søndenfor liggende grundfjeld, saa at grænsen mod dette ikke kan iagttages. Man er nu omtrent halvveis over til Tana; saavidt man kan dømme av landskabets form, vil man ingensteds vestover kunne faa se den umiddelbare grænse mellem de to formationer. Man har nemlig hele veien en udfyldt dal med en liden elv i, der rinder ud i Tana; man ser til høire sandstensfjeldenes bratte styrtninger, til venstre grundfjeldets mere avrundede former. Østover har man Vesterelvens brede opfyldninger, der skiller formationerne fra hinanden i dagen.

Ved Karelbotten kan man derimod se en særdeles finkornet sandsten ligge som et, nogle centimeter tykt, flag paa det avrundede grundfjeld. Man lægger merke til, at grundfjeldets form under sandstenen er ganske avrundet, aldeles som den nuværende isskurede overflade, videre at denne her skraaner mod syd. Sandstenen ligger som klint fast til grundfjeldets overflade, og der er intet lag av det sidstes forvitringsprodukter mellem dette og sandstenen, ligesom der ikke har fundet nogen knusning sted eller tegn paa nogen glidning eller forskyvning. I 1898 iagttog jeg tæt ved, et andet sted. hvor man kunde se noget mere av sandstenen. Man havde underst den samme finkornige sandsten, der laa efter grundfjeldets avrundinger; den gik saa efter haanden over i horizontale lag av den samme kvartsitiske sandsten, der ellers findes paa Selisnjargallas. Dette sted er nu vistnok ødelagt

av et nyt veianlæg, da jeg forgjæves søgte at gjenfinde det aaret efter.

Tynde flag av den samme sandsten finder man ogsaa sydøstenfor Karelbotten. Her falder grundfjeldets overflade sterkt mod nord, mod fjorden. Sandstenens lag, der ogsaa her kun er av faa centimeters tykkelse, følger ligeledes skraaningen. I bugten ved Karelbotten maa derfor grundfjeldet have havt omtrent den samme form, da sandstenen blev afsat, som nu. Man finder ogsaa, at grundfjeldet ikke er synderlig mere avslidt der, hvor det har været ubeskyttet, end der hvor der endnu ligger beskyttende sandsten.

Tellef Dahll[1]) siger om gaisaformationen ved Alten, at „det laveste lag er en tydelig finkornet sandsten". Han angiver dog ikke dette lags mægtighed; heller ikke har jeg havt anledning til at sammenligne den med den ved Karelbotten, saa at jeg intet kan udsige om, hvorvidt det er den samme.

Sandstenen ved Karelbotten, den samme som i Selisnjargallas hviler altsaa paa grundfjeldet[2]) og maa altsaa være ældre end den, der findes paa vestsiden av Vesterelven. Da begge findes i samme høider og ligeledes i næsten horizontale lag, maa der rimeligvis være en brudlinje langs efter Vesterelven. Men nogen nærmere paavisning av denne kan for tiden ikke gives.

Det saakaldte grundfjeld bestaar ved Karelbotten og videre vestover langsmed dets nordlige avgrændsning av granit. Farven er dels graa, dels rød, mest det første. I Spikargaisa optræder flere n—s gaaende gange av en mørk bergart (diabas?). Det synes mig imidlertid ikke ganske sikkert, hvorvidt denne granit virkelig tilhører grundfjeldet, eller om den ikke er yngre. Keilhau skriver om den (Gæa II pag. 252): „I Karelbotten almindelig gneis, hornblendegneis og hornblendeskifer, vexlende lagvis. Hornblendeskifer i bøininger og fordreininger. Syd for fjordbugten kvartsrig granit, der indtager et betydeligt rum i den herskende gneis.

[1]) Chra. Videnskselsk. Forhandl. 1867, pag. 215.
[2]) Se ogsaa Strahan l. c. pag. 139.

Gneisen og graniten gaar ofte over i hinanden, og man ser ofte gneisstriber indleiret i graniten, og den sidste forekommer omvendt som leieformede masser i gneissen". Paa Tellef Dahlls kart findes kun avsat grundfjeld; vestenfor Tana har kartet derimod granit.

Jeg har ikke havt anledning til at gjøre nærmere undersøgelser over grundfjeldet søndenfor Varangerfjorden. Det bestaar for det allermeste av typisk gneis. Det synes dog ikke at være vanskeligt, ved fremtidige undersøgelser at kunne udskille forskjellige avdelinger i det. En saadan undersøgelse vil dog i høi grad besværliggjøres ved den omstændighed, at man i det indre av landet kun sjelden har anledning til at iagttage det faste fjeld.

Grundfjeldet gjennemsættes i alle retninger, dog mest n—s, av talrige gange av en mørk bergart. Paa nordsiden av fjorden er der som nævnt kun seet en, nemlig den paa Ekkerø, og det er ikke undersøgt, hvorvidt den staar i forbindelse med gangene paa sydsiden.

Summary.

Geological observations at the Varangerfjord.

The Varangerfjord goes in westerly direction in the farthest north of Norway under 70° n. L. near to the Russian border. The little map shows the innermost part of the fjord. The country to the South of the fjord consists of Archæan (marked on the map with fine lines closely set; dykes are shown by heavier lines). To the North of the Archæan is a formation (white on the map) consisting of sandstones, conglomerates (especially noted on the map) and clayslate. The age of this formation is quite uncertain as nowhere fossils have been found. The strata have not been much disturbed in the vicinity of the Varangerfjord; farther North they are decidedly folded with the axes of the folds upon the whole in east westerly direction. Excellent sections through this folded part may be seen along the Tanafjord, from where the author describes in detail the position of the strata near the farm of Vagge.

Some of the conglomerate deposits at the head of the Varangerfjord are of considerable interest, as the have been described by Reusch and Strahan as „fossile moraines", in

some cases containing striated pebbles and resting on a glaciated base. The figure on pag. 11 is from a spot where the striation undoubtedly under the moraine is very well seen. The drawing on pag. 8 shows an instance of the conglomerate resting on sandstone thrown into folds.

N892
no.29

N 892
no. 29

Norges geologiske undersøgelse. No. 29.

Praktisk-geologiske undersøgelser

af

Nordlands amt.

Af

J. H. L. Vogt.

III.

Christiania
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1900.

Søndre Helgeland.

Søndre Helgelands morfologi

af

J. H. L. Vogt.

Søndre Helgelands kvartærgeologi

af

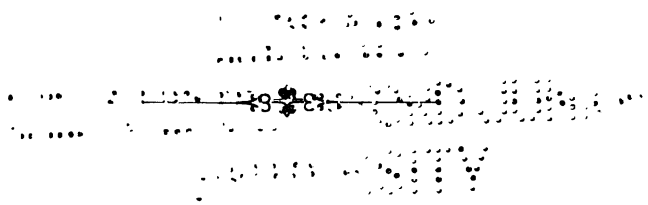
J. Rekstad og J. H. L. Vogt.

Svenningdalens sølvertsgange

af

J. H. L. Vogt.

Med en planche.



Christiania

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

1900.

136585

A. W. Brøggers bogtrykkeri.

Søndre Helgelands morfologi.

Af

J. H. L. Vogt.

Paralleliteten mellem
paa den ene side
strøglinjernes (foldningsaksernes) gjennemsnitlige retning
og paa den anden side
fjeldkjædens længderetning, kystlinjen og den store afhældslinje mod det norske hav (Storeg—Lofoteg-linjen).

Som jeg allerede tidligere har omhandlet i mit arbeide Norsk marmor (s. 169), er den herskende eller den gjennemsnitlige *strøgretning i Nordlands amt omkring NNO—SSV eller N 30° O—S 30° V*, altsaa *parallelt med fjeldkjædens længderetning*.

For søndre Helgelands vedkommende er dette forhold illustreret ved den hosstaaende kartskitse (fig. 1), hvor er indtegnet alle de her observerede strøglinjer. Udtrykkelig gjør vi opmerksom paa, at strøglinjerne paa de originale karter (dels i 1 : 100 000 og dels i 1 : 50 000) er kartlagte over betydelig længdeudstrækning, undertiden endog i en længde af 30, 40, 50 kilom.; kartskitsen gjør saaledes i det hele og store — dog fraregnet partiet ved Hatfjelddalens kirke og i Susendalen — krav paa ganske god nøiagtighed. — Spredte, med kompas maalte strøgobservationer er ikke medtagne, idet man

herved, hvor lagene er sterkt foldede, ofte vilde faa et urigtigt billede. Videre er med forsæt udeladt en del strøgobservationer i den nærmeste kilometer eller halve kilometer langs de yngre opsættende — i det hele og store med bergkjædefoldningen samtidige — eruptiver*, f. ex. langs Bindalens ud-

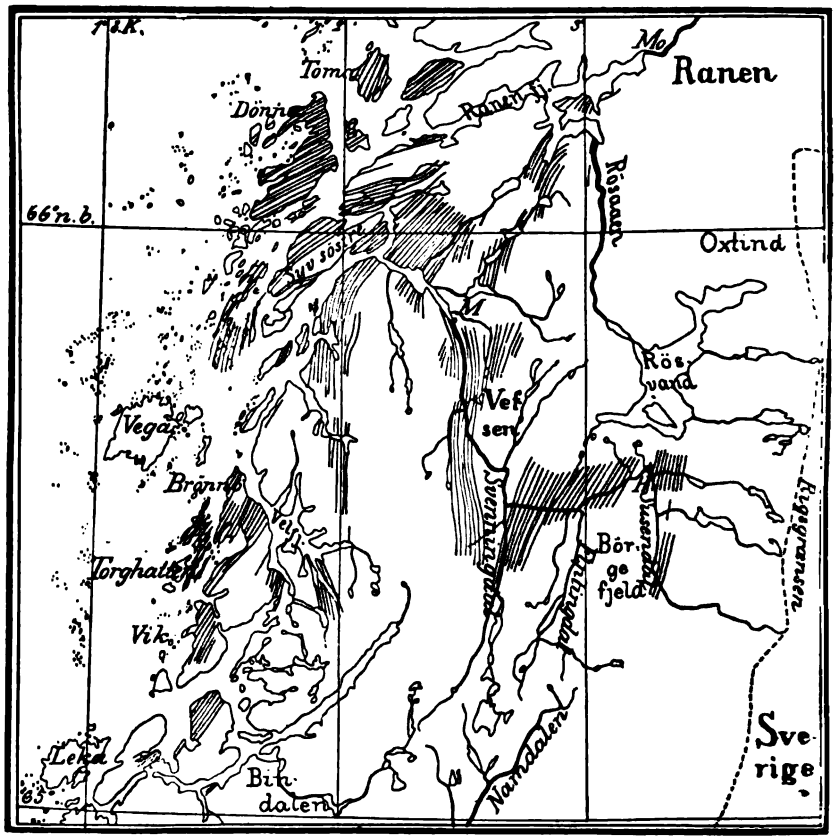


Fig. 1.
Oversigtskart over strøglinjerne (foldningsakserne) paa Søndre Helgeland.
M = Mosjøen. H = Hatfjelddalens kirke.

* De vigtigste af disse eruptiver er en lys eller hvidgraa granit (med *hvid* feldspat) samt gabbroer med serpentin. Ifølge en af dr. *O. N. Heidenreich* foretagen bestemmelse holder graniten fra de Syv Søstre 4.44 % K_2O og 3.68 % Na_2O; den udmærker sig altsaa ved ganske høi natrongehalt (støchiometrisk mere Na_2O end K_2O), dog ikke ved saa høi, at den kan betegnes som nogen egentlig natrongranit.

I Bindalen viser eruptiverne undertiden en syenitisk facies. — De natronrige graniter og gabbroerne er forbundne med hinanden ved

strakte granitfelt og langs gabbrofelterne i Velfjorden og Vefsen, idet lagstillingen her ofte er temmelig uregelmæssig, paa grund af eruptivernes nærhed. Lagstillingen er næsten gjennemgaaende temmelig steil, oftest 90—60°, paa adskillige steder dog kun 60—45°; ved endnu fladere fald, som f. ex. paa Tjøttø og Offersø, er strøglinjerne ikke indtegnede paa kartet, idet observationerne her ikke blir tilstrækkelig præcise.

Som man ser paa kartet, falder strøglinjerne næsten uden undtagelse inden kvadranten O 15° N til N 15° V. Over kortere strækninger, som f. ex. nær Leland ved Leirfjorden, kan dog den herskende strøgretning være endnu mere østlig (O 5—10° N); og omvendt møder vi i Langfjorden i Velfjorden — utvilsomt under paavirkning af gabbrofelterne paa Heggehalvøen og i Sausfjeldet — saavidt vestligt strøg som NNV eller N 30° V. Saa store afvigelser fra det normale hører dog til undtagelserne, og strøglinjer omtrent lodret paa den gjennemsnitlige retning er overhovedet ikke iagttagne.

Inden det østlige internal O 10° N—O 40° N, ligeledes inden det vestlige internal N 30° V—N, falder kun et forholdsvis mindre antal strøglinjer. Hovedmassen ligger mellem N og NO, og her allermest inden grænserne N 10° O og N 35° O. *De aller vanligste strøglinjer er NO, N 25° O og N 30° O, og dette er ogsaa resultantlinjen for samtlige inden kartområdet observerede strøglinjer.*

Hvorvidt gjennemsnittet skal sættes til NNO eller til N

talrige overgangsled (adamellit, banatit, monzonit). — At eruptiverne i det hele og store er samtidige med bergkjædefoldningerne følger deraf, at de er karakteristiske for den hele fjeldkjæde, fra det trondhjemske i syd og saa langt nordover som bergkjæden rækker (for det trondhjemske kan henvises til felterne af „hvid granit" i Kvikne, Inset, Singsaas, Eidet samt til granulitfeltet i Foldalen (i alle 5 felter med overgangsled til gabbrobergarter). Videre maa fremhæves, at eruptiverne er injicerede parallelt med lagene, se det efterfølgende kart over Alstenøen, med de Syv Søstres granitfelt. — Graniterne er i regelen ganske sterkt pressede. — At de er yngre end skiferne, følger umiddelbart deraf, at de omgives af talrige granitgange. Desuden kan nævnes, at gabbroerne i Velfjorden og Vefsen omgiver sig med kontaktzoner. — Jeg har ikke havt tid til at foretage nogen indgaaende petrografisk undersøgelse af Helgelands eruptiver.

25° O, N 30° O, blir et finlæsningsspørgsmaal af underordnet interesse.

Fjeldkjædens længderetning gjennem hele det nordlige Norge og Sverige — fra det trondhjemske i syd og indtil fjelddraget kiler sig i havet mellem Tromsø og Hammerfest eller Nordkap i nord — er temmelig nøiagtig *N 25° O* (ikke

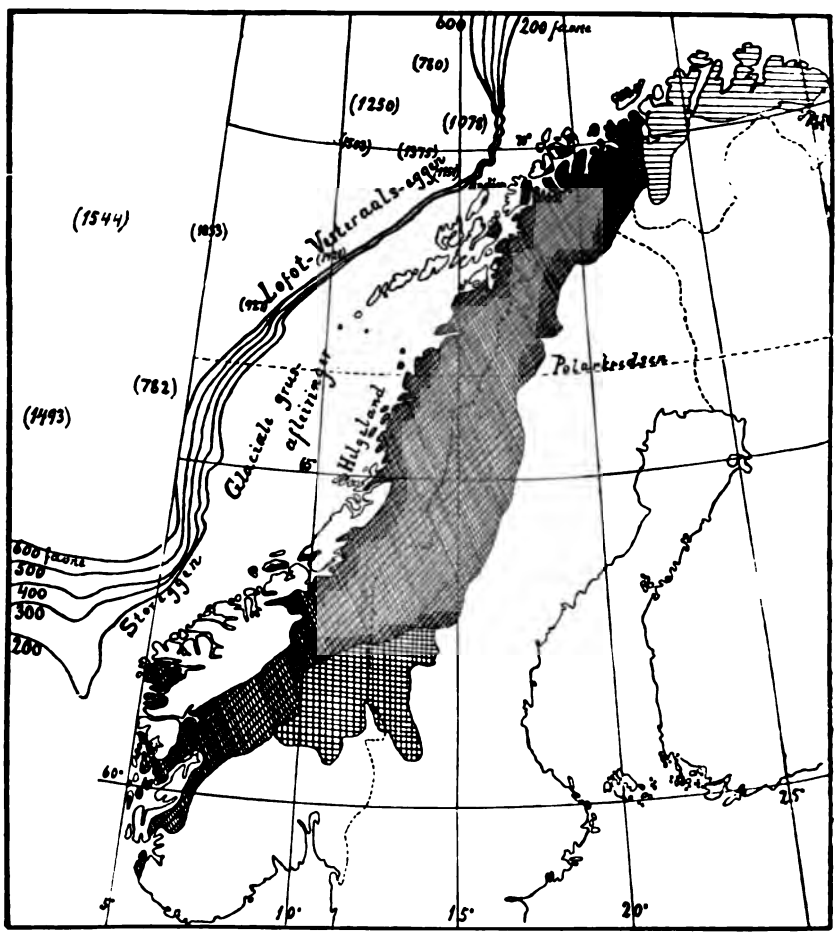


Fig. 2.

Oversigtskart over den norske fjeldkjæde (de dynamometamorfoserede cambrisk-siluriske fjeldformationer) samt over haveggen. Finmarksformationerne ikke medregnede til den norske fjeldkjæde. Tallene angiver havets dybde i favne.

saa nordligt som N 20° O og omvendt ikke saa østligt som N 30° O); ɔ: *der er, i alle fald for Nordlands amt, en aldeles udpræget parallelitet mellem den gjennemsnitlige strøgretning og fjeldkjædens længderetning.* Da vandskillet (mellem det norske hav i vest og Østersøen eller den botniske bugt i øst) dikteres ved fjeldkjædens længderetning, blev der ogsaa en *markeret parallelitet mellem den gjennemsnitlige strøgretning og vandskillet.*

Videre fæster vi opmerksomheden ved *paralleliteten mellem kystranden, fra 64° til 68° n. br., og den gjennemsnitlige strøgretning.*

Endvidere *forløber den store afhældslinje mod Vesterhavet (Storeg-Lofoteg-linjen) i det hele og store nogenlunde parallelt med fjeldkjæden eller med fjeldformationerne,* — helt fra det romsdalske (63° n. br.) i syd til omtrent ved Hammerfest (70½° n. br.) i nord.*

Mellem denne store afhældslinje og fjeldformationerne stikker frem i syd det store romsdalske grundfjeldsparti, med fortsættelse langs Trondhjemskysten og herfra videre frem til Torghatten, — og i nord Lofotens og Vesteraalens grundfjelds- og gabbro-felt**, samt grundfjeldet paa udsiden af Senjenøen og andre øer i Tromsø amt.***

---

* Udenfor Helgelands kyst har man, som vi i det følgende skal omtale, *mægtige* grusafleiringer. Dybdekurverne for det *faste fjeld* i havbunden maa altsaa her ligge noget nærmere mod land end paa kartet; paralleliteten mellem fjeldkjædens hoveddrag og afhældslinjen mod det store oceandyb er altsaa i virkeligheden endnu mere udpræget, end dybdekurverne paa kartet udsiger.

** Baade i det Trondhjems—romsdalske grundfjeld og i Lofoten—Vesteraalen findes nogle smaa indkilede (? indsunkne ?) rester af fjeldformationerne. — *Ed. Suess* (Antlitz der Erde, II) tænker sig muligheden af, at Lofoten kan være en stor „horst"; i saa fald maatte det samme sandsynligvis ogsaa gjælde for det romsdalske grundfjeld.

*** Paa *Dahlls* geologiske kart over det nordlige Norge findes paa Helgeland afsat en del felter af grundfjeld (gneis osv.); alle de af disse felter, som jeg har havt anledning til at undersøge, bestaar dog ikke af arkæisk gneis, men af en yngre, til fjeldformationerne henhørende gneisafdeling; flere steds er forøvrigt paa *Dahlls* kart dels presset (eruptiv) granit og dels glimmerskiferafdelingen afsat som grundfjeld.

Fra Storeggen udenfor Søndmøre fortsætter haveggen i retning mod VSV og SV, til nordenom Shetlandsøerne og vestenfor Skotland. — I denne forbindelse minder vi om, at den skotske fjeldkjæde af mange forskere ansees som en fortsættelse af den norske; herom henvises navnlig til den interessante oversigt i *Ed. Suess's* Antlitz der Erde (II, 1888), hvor ogsaa er gjort opmerksom paa flere analogier mellem fjeldbygningen samt grundfjeldets udbredelse i Skotland og i det nordlige og vestlige Norge. Det ligger dog udenfor denne afhandlings ramme at drøfte disse spørsmaal,* — og vi vender tilbage til det nordlige Norge.

Fjeldformationerne her — o: de postazoiske, antagelig i sin helhed cambrisk-siluriske, tildels muligens ogsaa algonkiske skiferafdelinger, med tilhørende eruptiver — danner resterne af den gamle, postsiluriske bergkjæde. Dennes foldningsakser gjenfinder vi nu i bergkjædens længderetning.

At den markerede afhældslinje ud mod det dybe norske hav i en længde af med rundt tal 1200 — tolv hundrede — kilometer i de store drag forløber parallelt med bergkjædens (og med foldningsaksernes) længderetning, kan ikke være nogen tilfældighed. Ogsaa fra mange andre, 1000- eller flere 1000-kilom. lange bergkjæder har man erfaring for, at de storartede bergkjædefoldninger ledsages af tilsvarende depressioner. — *En forbindelse maa der være, enten* paa den maade, at den store indsynkning fandt sted efter bergkjædens dannelse, men saaledes, at indsynkningens retning blev dikteret ved bergkjædens hoveddrag, — *eller* paa den maade, at indsynkningen foregik samtidig med bergkjædefoldningen, og at begge processer skyldtes de samme aarsager. Efter de betragtninger

* Kun skal paapeges, at i det trondhjemske og bergenske er den gjennemsnitlige strøgretning af fjeldformationerne ikke NNO som i Nordland, men betydelig mere østligt (ex. Guldalen, Foldalen, Hitteren, Smølen, Søndfjord osv.), flerestedsendog O—ONO. – Dette kan muligens staa i forbindelse med, at den store afhældslinje mod oceandybet udenfor Romsdalskysten dreier om fra hovedretning NNO til omkring ONO mellem Norge og de skotske øer.

over bergkjædefoldninger og indsynkninger, som i de senere tider navnlig er blevne udviklede af *Ed. Suess*, synes den sidst nævnte tolkning at være den naturlige. — Hvis denne hypothetiske betragtning er rigtig, skulde det norske hav have været bestemt i sine grunddrag helt siden midten eller slutten af den palæozoiske tid. *

Foldningen af den store norske bergkjæde fandt sted *efter* den siluriske periode, idet siluriske, tilmed oversiluriske afleiringer indgaar i fjeldformationerne. En sikker øvre grænse faar man derved, at Andøens jura-felt ikke har deltaget i bergkjædefoldningen. Denne er saaledes med fuld sikkerhed præ-jurassisk. Antagelig fandt foldningen sted i den midtre eller senere palæozoiske tid (devon eller devon-kul).

Ogsaa *efter* fjeldkjædefoldningen kan man i det nordlige Norge paavise betydelige indsænkninger. Dette fremgaar deraf, at Andøens lille jura-felt — som kun er en rest af en oprindelig mere udbredt jura-formation — ligger i en „Graben-Versenkung“ **; indsænkningens dybde, fremkaldt ved en række omtrent parallele forkastninger (af hovedretning omkring SSV—NNO) har jeg her (1897) bestemt til i sum *mindst* omkring 400 m, muligens adskillig derover. — Det vilde være urimeligt at forudsætte, at disse *post-jurassiske* forkastninger skulde være indskrænkede kun til Andøen ***. Sandsynligvis har de gjort sig gjældende ogsaa paa adskillige andre steder baade i det nordlige Norge og ellers paa den skandinaviske halvø.

Ovenfor er ikke taget hensyn til Finmarkens saakaldte

---

* Udgaaende fra ganske andre arbeidsmethoder er ogsaa flere tidligere forskere komne til den opfatning, at den nordre del af Atlanterhavet for den væsentligste del skulde være et i geologisk henseende overordentlig gammelt hav; se litteratur-oversigt i *A. Pencks* Morphologie der Erdoberfläche, I, 1894. s. 179—184. — Forøvrigt er ogsaa den stik modsatte opfatning gjort gjældende.

** Allerede *Ed. Suess* udtaler (Antlitz der Erde, II, s. 72 og 93), at saa sandsynligvis maa være tilfælde.

*** Ogsaa i Skaane og paa Spitsbergen har man som bekjendt paavist storartede *post*-jurassiske indsænkninger.

Raipas- og Gaisa-afleiringer*, idet disse temmelig sikkert ikke indgaar som led i den nord-norske bergkjæde, men — ifølge undersøgelser af finske og russiske geologer** — tilhører et hovedsagelig af devon bygget bergkjædesystem, som er repræsenteret i Nord-Rusland (Timan-kjæden) og nordsiden af Kola-halvøen (Fisker-halvøen).

De høieste fjelde paa Helgeland

paa strækningen mellem grænsen mod Trondhjems stift i syd og Ranenfjorden i nord, er følgende:

Oxtinderne, paa nordsiden af Røsvand; en hel fjeldgruppe med høieste toppe . . . . 1907, 1868, 1830, 1808 m. over havet;

Børgefjeld, en lang og bred fjeldryg mellem Susendalen og Fiplingdalen, med høieste toppe . . . 1677, 1660 m. o. h.; lidt længere i syd 1703 m.;

Gjeittind . . . . . 1559 m.
Brurskanken . . . . . 1443 -
Kjærringtind . . . . . 1395 -

alle tre paa vestsiden af Røsvand;

Hjartfjeld . . . . . 1458 m.
Krutfjeld . . . . . 1403 -

paa østsiden af Røsvand, ikke langt fra rigsgrænsen;

nær rigsgrænsen forskjellige andre høie fjelde . . . 1521, 1478, 1451, 1431 m.

Af høit opragende fjelde, nærmere mod kysten, kan mærkes:

Lukttinderne, mellem Mosjøen (Fustvandet) og Sørranen (Luktvandet) . . . 1344, 1327 m.;

---

* Det bemerkes, at jeg ikke har været i Finmarken, og at jeg saaledes kun kjender afleiringerne her efter litteratur og mundtlige beskrivelser.

** *W. Ramsay, Th. Tschernyschew.*

og endelig de høie forposter ude ved fjordgabene, tildels helt ude i skjærgaarden (strandfladen):

Heilhornet i Bindalen . . . 1063 m.

de Syv Søstre paa Alstenøen . . . 1066, 1038, 1008 m.

Dønmanden paa Dønna . . . 838 m.

Vegtind og Gulsvaagtind paa Vega . . . 797, 732 m.

Lovunden, langt tilhavs udenfor Ranen . . . 619 m.

Tidligere antog man, at Oxtinderne, paa nordsiden af Røsvand, skulde være det høieste fjeld i det nordlige Norge og endog i den nordre del af den skandinaviske halvø; fjeldets høide var før angivet til 2080 m., som dog ved den nyere detaljmaaling er reduceret til 1907 m. — Endnu lidt høiere er Jækkevarre gabbrofjeld i Lyngen, Tromsø amt ($69\frac{1}{2}^0$ n. br.), med høide 1916 m., og i Kebnekaise-fjeldgruppen i Nord-Sverige (paa ca. 68 n. br., ikke langt fra rigsgrænsen øst for Tysfjorden og Hammerø) stiger den høieste top til 2136 m. — Sulitelma gabbrofjeld ($67\frac{1}{4}^0$ n. br., i Norge) er paa tidligere karter opført til 1879, 1883 m., men paa det sidste kart til 1880 m.

Fra Helgeland kan man fremlægge en hel række exempler paa, hvad tyskerne kalder „Konstanz der Gipfelhöhen", nemlig at nærliggende toppe har omtrent samme høide (ex. Oxtinderne, Børgefjeld, de Syv Søstre osv.). — Aarsagen hertil vil være, at denudationen paa nærliggende steder inden en og samme bergart har virket med samme intensitet.

Fjeldpladens afhæld mod havet.

For at illustrere dette fænomen har cand. *Rekstad* paa min anmodning udarbeidet et høidekart (fig. 3), hvor er indtegnet de inden hver enkelt egn høiest opragende fjelde.*

* I regelen er der paa dette kart en afstand kun 5—10 kilom. mellem de indtegnede fjeldtoppe; paa enkelte steder, saaledes i det forholdsvis flade land ved Susendalen og paa sydsiden af Røsvandet, samt langs Røsaaen, dog noget mere. — Det originale kart blev tegnet i maalestok 1: 800.000.

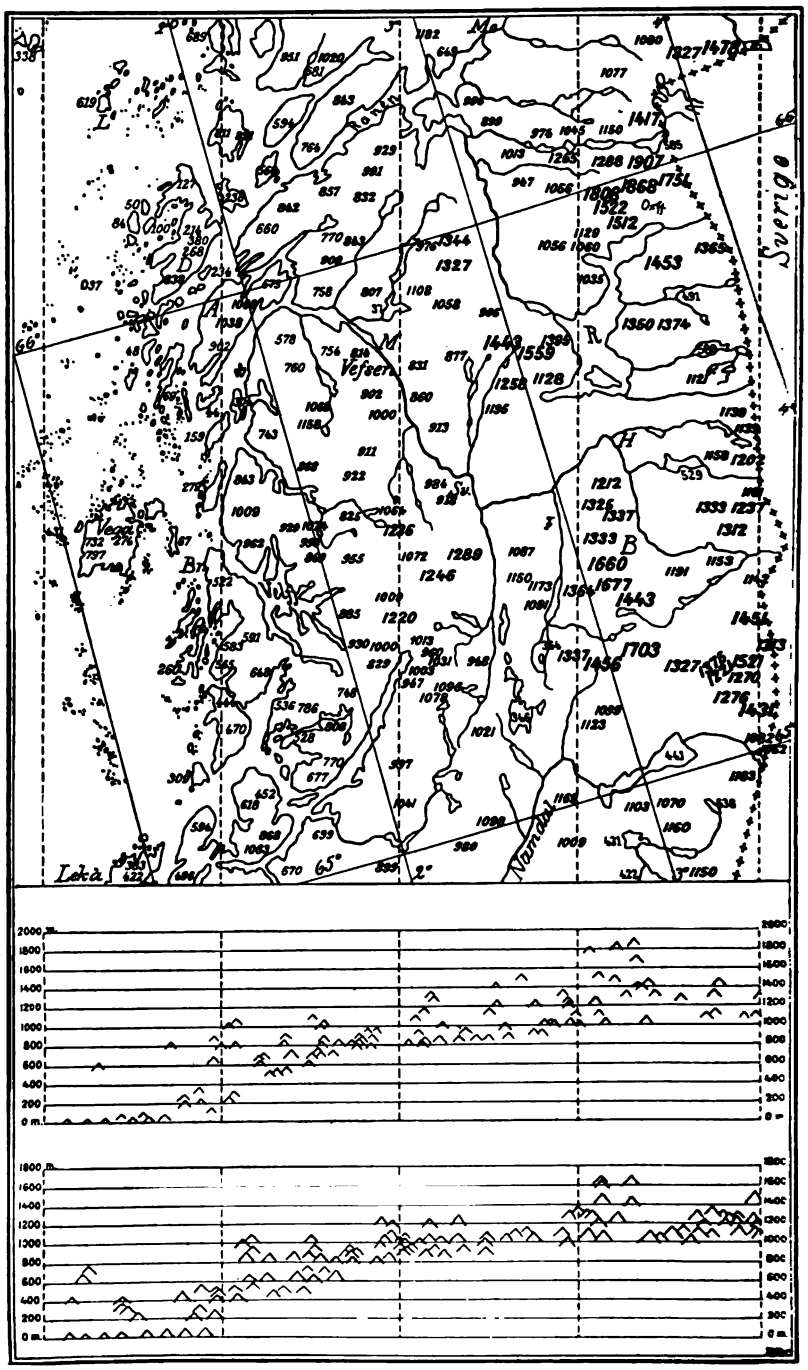

Lakså
Vefsen
Vefsn
Vefsna
Vefsnfjord
Svartisen
Ma
L
B
A
W
R
H
B
65°
2°
3°

Fig. 3.

Til fig. 3.

Kart over de høieste fjelde paa Helgeland, med tilhørende profiler.

Kartet er dreiet noget mod vest, saa sidekanten blir parallel med fjeldkjædens længderetning og med kystlinjen. — Tallene angiver fjeldenes høide i m.; ved høider under 800 m. er benyttet ganske svag skrift, saa større og tykkere skrift for intervallene 800—1000, 1000—1200, 1200—1400 m. og over 1400 m. — Paa de to profiler, det øverste repræsenterende kartomraadets nordligste og det nederste den sydligste halvdel, er samtlige paa kartet indtegnede fjeldhøider indprojicerede. — L Lovund, D. Dønna, A. Alsten, Br. Brønnø, M. Mosjøen, Sv. Svenningdal, F. Fiplingdal, Oxfj. Oxtinderne, R. Røsvand, H. Hatfjelddalens kirke, B. Børgefjeld.

Videre har jeg indprojiceret alle disse fjeldhøider paa to profiler (nederst paa fig. 3), optrukne normalt paa hele fjeldkjædens længderetning, og det ene profil repræsenterende den søndre, det anden den nordre halvdel af kartet.

Et blik paa kartet og paa profilerne er tilstrækkeligt til at overbevise om, at et plan lagt over *fjeldtoppene danner et nogenlunde jevnt skraaplan, fra rigsgrænsen mod kysten.*

Topografisk kan søndre Helgeland, mellem grænsen mod Trondhjems stift i syd og Ranenfjorden i nord, deles i 4 parallele bælter mellem havet og rigsgrænsen:

Yderst ude et *ø- eller skjærgaards-belte* (*med strandfladen*);

derefter et *fjord-bælte;*

saa et *stordal-belte* repræsenteret ved de store dale: Røsaadalen, Vefsendalen med Svenningdalen, Fiplingdalen og Susendalen, samt i syd den øvre del af Namdalen og i nord, udenfor kartomraadet, Dunderlandsdalen; en flerhed af disse dale er længdedale (strøgdale); bæltet kunde saaledes ogsaa kaldes *længdedals-* eller *strøgdals-bæltet;*

endelig et *indre fjelddal- og høifjelds-bælte;*

et femte bælte, som dog ikke er medtaget paa kartet, kunde betegnes som *vandskil-bæltet* (mellem Atlanterhavet og Østersøen).

For at lette oversigten har jeg rent mathematisk inddelt kartet efter de fire bælter.

Ø- eller skjærgaards-bæltet bestaar for en væsentlig del af den 35—50 kilom. brede *strandflade*, som kun er 0 til 30 à 50 m. høi; der rager dog ogsaa her op en del fjelde (se kart fig. 7), nogle til 100—200 m· over havet, og enkelte til betydelig større høide, nemlig 619 m. (Lovund), 732—797 m. (paa Vega), 838 m. (Dønmanden), og en parcel af de Syv Søstre til 900—1050 m.

I *fjord-bæltet* findes en mængde fjelde paa 600—1000 m., nogle faa paa 1000—1100 m., og nogle ganske faa paa 1100—1250 m., nemlig tre toppe paa 1158, 1220, 1236 m.

I *stordal-bæltet* er de fleste fjelde paa 900—1200 m., nogle paa 1200—1400 m., og to paa 1443, 1559 m.

Endelig i *høifjelds-bæltet* de fleste fjelde paa 1100—1300 m., nogle faa paa 1300—1500 m., og tilslut to fjeldpartier endnu høiere, nemlig Børgefjeld paa 1660—1703 m. og Oxtinderne paa 1808—1907 m.

De allerhøieste fjelde ligger ikke netop langs rigsgrænsen og vandskillet, men et lidet stykke ind i Norge.

Langs rigsgrænsen eller langs vandskillet naar fjeldhøiderne i det hele og store op til omtrent samme niveau, men saa begynder afhældet til begge sider. — Som ellers ved geologisk meget gamle og følgelig stærkt denuderede fjeldkjæder, er vandskillet lidet udpræget; vandskil-linjen gaar fuldstændig i zikzak, snart med lange tunger ind i Sverige og snart med lange tunger ind i Norge.

Den vinkel, som afhældet danner paa den norske side af rigsgrænsen, kan vi beregne ved at lægge et plan over de høider, som fjeldene *ordinært* indtager. Høideprofilet over den nordre halvdel (Visten—Hatfjelddalen til Ranenfjorden) af det paa fig. 3 indtegnede kartomraade angiver en gjennemsnitlig skraaningsvinkel paa omkring 0° 38′ (*38* minutter), og over den søndre halvdel en gjennemsnitlig skraaningsvinkel paa omkring 0° 40′ (*40* minutter).

Videre skal vi tænke os et plan lagt over de *allerhøiest* opragende fjeldtoppe:

Kartets nordre halvdel.

	Lovund.	Dønmand.	Syv Søstre.	Luktind.	Oxtind.
Høide over havet. .	619 m.	838 m.	1066 m.	1344 m.	1907 m.
Afstand fra Lovund maalt normalt paa høidedragets strøgretning.		14 km.	26 km.	65 km.	103 km.

Kartets søndre halvdel.

	Vegtind.	Heilhornet.	Visttind.	Børgefjeld.
Høide over havet	797 m.	1063 m.	1236 m.	1703 m.
Afstand fra Vegtind maalt normalt paa høidedragets strøgretning		42 km.	54 km.	102 km.

Dette angiver en skraaningsvinkel i forhold til den høieste fjeldtop mod øst,

for kartets nordre halvdel 54′, 45′, 46′, 42′;

og for den søndre halvdel 36′, 36′, 31′.

Ialt foreligger altsaa følgende aflæsninger for fjeldpladens skraaningsvinkel:

(31′), 36′, 36′, *38′*, *40′*, 42′, 45′, 46′ (og 54′); o:

Fjeldpladens skraaningsvinkel kan i det hele og store sættes til 40 minutter eller 1 : 86.

Regner vi paa tilsvarende maade skraaningsvinkelen for de dybeste indskjæringer (dale, indsøer, fjorde, havbunden nærmest langs kysten), kommer vi til omtrent samme resultat.

Den arbeidsmethode, som her er valgt, kan i enkelthederne gjøres til gjenstand for nogen kritik, og der kan tvistes om,

hvorvidt afhældsvinkelen nærmest skal sættes til 35, 40 eller 45 minutter. Men man vil ikke kunne rokke ved det generelle resultat, nemlig at fjeldkjæden *ikke* er pludselig afskaaret ved et knæk langs kystranden, men at den i det hele og store danner et nogenlunde jævnt mod havet hældende skraaplan. — Ude ved kysten modificeres skraaningsvinkelen til en vis grad ved et *sekundært* fænomen, nemlig ved strandfladen; herom henvises til et særskilt afsnit i det følgende.

For partiet nordenfor Ranenfjorden vil afhældet mod kysten til en vis grad blive influeret af den brede og ganske høit opragende fjeldryg, som Svartisen hviler paa.

For Romsdals amts vedkommende har prof. *Helland* i et arbeide Om fjeldenes høider og om Norges overflades beskaffenhed*, sammenstillet materiel til at bedømme fjeldpladens afhældsvinkel mod kysten; paa grundlag af de kolonnevis indtegnede fjeldhøider har jeg foretaget beregning over skraaplanvinkelen, med resultat 58½′, 59′, 59′ og 1° 5′, altsaa gjennemsnitlig omkring 1°. Fjeldpladen paa Helgeland skraaner altsaa lidt svagere ud mod havet end i Romsdals amt; i det ene tilfælde omkring 40′, i det andet omkring 1°.

I Alperne — og i andre geologisk talt forholdsvis unge bergkjæder — møder vi jevnlig endnu større skraaningsvinkel. Saaledes er Tauernkammens skraaningsvinkel til Alpefoden i Oberbayern 1¾°, og i Berner Oberland kommer man helt op til 4½° (fra toppen af Berner Oberland frem til Bern; niveauforskjel 3500 m.); se *A. Penck's* Morphologie der Erdoberfläche, II, s. 608.

For Helgelands vedkommende skal vi, paa grundlag af kystkarterne, undersøge fortsættelsen af skraaningen mod vest (eller rettere VNV), under havet.

Som ellers i vort land er ogsaa paa Helgeland selve fjordene meget dybt indskaarne, under havbundens normale dyb — saaledes Sjonenfjorden (lidt nord for Ranenfjorden) til

* Trykt i Den norske Turistforenings Aarbog, for 1880.

dyb 610—636 m., Ranenfjorden paa enkelte steder til dyb 500—537 m., Vefsenfjorden til dyb 400—450 osv., — og ogsaa forøvrigt udviser fjeldgrunden under havet langs kystranden en hel del forsænkninger, omvendt ogsaa adskillige forhøininninger. Alligevel møder vi ogsaa her, naar vi regner med dybdekurvene i det store drag, en ganske god regelmæssighed.

Paa Helgelandskysten ligger saaledes dybdekurven for 150 favne (282 m.) gjennemsnitlig omkring 60 kilom. udenfor selve kystrand-zonen, hvor havet blir forherskende. Skraaningsvinkelen for havbunden blir følgelig her at sætte til omkring 16′, — en angivelse, som dog er forholdsvis lidet præcis, da havet allernærmest mod kysten er temmelig ujevnt.

Mellem dybdekurve 150 favne (282 m.) og 200 favne (376 m.) har man, paa hele strækningen fra 64° n. br. til 67° n. br., en meget bred zone med fladt undulerende havbund, som kun viser nogle ganske svage forhøininger, omvendt ogsaa nogle temmelig uvæsentlige fordybninger. Udenfor Helgelands kyst har denne zone, mellem dybdekurvene 150 og 200 favne, en gjennemsnitlig bredde paa omkring 140 kilom.; den midlere faldvinkel er altsaa her *kun lidt over 2 minutter* (2′ 18″).

Som bekjendt blev landet ved den postglaciale hævning løftet noget sterkere inde i landet end ude ved kysten; skraaningsvinkelen for denne hævning kan, som vi senere skal omtale, for Helgelandskystens vedkommende sættes til med rundt tal 2½ minut. Det vil sige, *før* den postglaciale hævning havde den store, 140 kilom. brede zone mellem de nuværende dybdekurver 150 og 200 favne i det hele og store en *horizontal* overflade. Dels af denne grund og dels, fordi opmaalingens lodskud paa hele denne strækning — ligesom forøvrigt oftest ellers nær selve kysten — viser sand, grus, smaasten og ler, maa vi drage den slutning, at der udenfor Helgelandskysten findes meget betydelige glaciale grusafleiringer, omtrent svarende til de store afleiringer i Nordsøen. — Ogsaa det faste fjeldunderlag her kan kun besidde en ganske svag skraaning. Selv om man sætter grusdækket ude ved eggen til en tykkelse

af 200 m.*, vil man for fjeldunderlaget her ikke faa faldvinkel større end $7\frac{1}{4}'$ (vertikalafstand 200 m. plus forskjellen mellem 200 og 150 favne kurverne); for at faa skraaningen før den postglaciale hævning maa herfra trækkes $2\frac{1}{2}'$, — oprindelig skraaningsvinkel altsaa høist med rundt tal 5′.

Vi kommer saa til *haveggen***, *som danner grænsen ud mod det store oceandyb.*

Ifølge den norske Atlanterhavsexpeditions og kystopmaalingens dyblodninger kan denne haveg følges kontinuerlig fra Storeggen udenfor Romsdalskysten (63° n. br.) til Lofot- og Vesteraals-eggen og endnu længere nordover langs Norges kyst (71° n. br.); herfra gaar eggen mod nord til vestsiden af Beeren Eiland og Spitsbergen, — og fra Storeggen gaar den, som allerede ovenfor nævnt, vestover, til nordenfor Shetlandsøerne og vestenfor Skotland.

Skraaningen af Storeggen er paa det bratteste: 6575 m. horizontalafstand mellem 100 og 400 favnes dybdekurverne; niveauforskjel 565 m.; faldet altsaa 1 : 11.6 eller næsten 5° (4° 56′); paa det allerfladeste har Storeggen, fremdeles mellem de samme dybdekurver, et fald paa 1° 20′, og det gjennemsnitlige fald er temmelig nøiagtig *2° 25′*.

Udenfor kysten af den nordre del af Trondhjems stift (63° 40′ til 64° 40′), hvor havet i de senere aar er bleven nøiagtig oploddet og kartlagt, er der mellem 200 og 400 favnes dybdekurverne en gjennemsnitlig afstand paa 19 kilom.; skraaningsvinkel altsaa 1° 8′ (længere ind mod land langs Helgelandskysten, mellem 200 og 150 favnes kurverne, skraaningsvinkel kun lidt over 2 minutter). — Noget længere nordover, mellem 65° og 67° n. br., synes stupningen af haveggen at være endnu fladere, nemlig under 1°; antagelig skyldes dog dette tildels, at de mægtige grusafleiringer her strækker

---

* Endnu tykkere kan gruslaget neppe forudsættes, thi i saa fald maatte det have omformet selve eggens karakter.

** Eg betyder i denne forbindelse (Storeggen, Lofoteggen, Vesteraalseggen osv.) ikke en ryg, med afhæld til begge sider, men en „molbakke" (flexur), med afhæld kun ud mod havet.

sig ud over haveggen; sikre tal kan dog for dette parti endnu ikke gives, da oplodningen her ikke er afsluttet.

Saa begynder den bratte Lofot- og Vesteraals-eg, med forbausende stærkt afhæld, — og med betydeligt større afhæld end Storeggen. Paa grundlag af en enkelt lodskudserie kom *H. Mohn** til det resultat, at „ved Vesteraalseggen vokser dybden fra 100 favne til 1500 favne paa en afstand af 22.5 kvartmil, hvortil svarer en hældning af 1 : 16.3 eller 3° 31′“ (1500 favne = 2823 m.). Den senere detaljoplodning har godtgjort, at stupningen af Lofot—Vesteraals-eggen, fra ca. 68½° n. br. til 70½° n. br., i det hele og store er endnu adskillig brattere; paa opmaalingens dybdekarter aflæser vi saaledes mellem 100 og 500 favnes kurverne en gjennemsnitlig afstand stor ca. 6000 m.; niveauforskjel 400 favne = 753 m.; gjennemsnitligt fald altsaa 1 : 8 eller 7° 7′. Lokalt stiger faldet (udenfor Andøen) til 1 : 2.6 eller 22°, over ganske korte strækninger endog helt til 25°. — Længere nordover, mellem Norge og Beeren Eiland—Spitsbergen, er eggen fremdeles god og markeret, men stupningen er her fladere.

Ialt har eggen, paa den 1200 kilom. lange strækning langs Norges kyst, over enkelte strøg, navnlig i den midtre del, en faldvinkel paa kun omkring 1°, undertiden kanske lidt under 1°, *men for halvdelen af den hele længde er stupningen brattere end 2°*, over betydelige strækninger endog 5—7° og lokalt helt op til noget over 20°.

Til sammenligning skal vi, efter *A. Penck's* Die Morphologie der Erdoberfläche, II, sammenstille en oversigt over stupningsvinkelen af haveggen udenfor andre lande: udenfor Biskaya og udenfor Island gjennemsnitlig 3¼°; udenfor La Chapelle lokalt til 5°; udenfor Marokkos vestkyst 10—11°, længere syd helt op til 15—18°; nord for Kap Hatteras 3½°; øst for Ny-Fundland 8°, lokalt til 29°; udenfor Bahamaøerne 8°, lokalt til 38°; i den mexicanske golf 4—9½°; osv. Her er

* Nordhavets dybder, temperatur og strømninger. Den norske Atlanterhavsexpedition. No. XVIII, 1887.

dog fortrinsvis medtaget de havegge, som udmærker sig ved særdeles stort fald.

Sammenligningen godtgjør, at i alle fald den omkring 400 kilom. lange Lofot—Vesteraals-eg, med faldvinkel gjennemsnitlig omkring 7° og lokalt helt op til over 20°, med hensyn til stupningens brathed kan maale sig med de fleste andre havegge, som begrænser Atlanterhavet.

Kontinenternes afhæld ud mod de store oceandyb begynder i regelen ikke umiddelbart ved kysten, men først et stykke udenfor samme. Dette er et saavidt generelt fænomen, at man endog har indført en særskilt terminologi „continental shelf" (shelf = boghylde) for den sokkel af landet, som fortsætter, et stykke ud i havet*. — Denne sokkel har udenfor Lofoten og Vesteraalen samt udenfor Søndmøre en bredde oftest 40—80 kilom.; udenfor Helgeland stiger bredden til lidt over 200 kilom.

Den store afhældslinje, fra Storeggen og nordover langs hele Norges kyst — ialt i en længde af *omkring 1200 kilom.* — repræsenterer en *geotektonisk* linje af fremskudt betydning. Haveggen kan i korthed betegnes som landets *morfologiske* kystlinje; sandsynligvis kan den ogsaa opfattes som den *geologiske* kystlinje.

Baade Storeggen og Vesteraalseggen udviser paa detaljkarterne en hel række smaakamme, med tilhørende dale, gaaende normalt paa eggens hovedretning. Dette kan neppe fortolkes paa anden maade, end at eggen selv i sin tid har været udsat for erosion, og dette igjen leder tanken i den retning, at eggen i alle fald under et eller andet geologisk tidsrum maa have ligget over vand. — Skulde den nuværende forholdsvis flade havbund — den kontinentale sokkel — mellem haveggen og den nuværende kystrand være at opfatte

* Se f. ex. *W. M. Davis* Physical Geography, Boston 1898.

som et gammelt abrasionsplan? — I tilfælde maatte dette abrasionsplan temmelig sikkert være ældre end strandfladen.*

Tilslut skal vi rekapitulere vore undersøgelser over fjeldpladens afhæld inden søndre Helgeland, medregnet havet udenfor (se profilerne fig. 4).

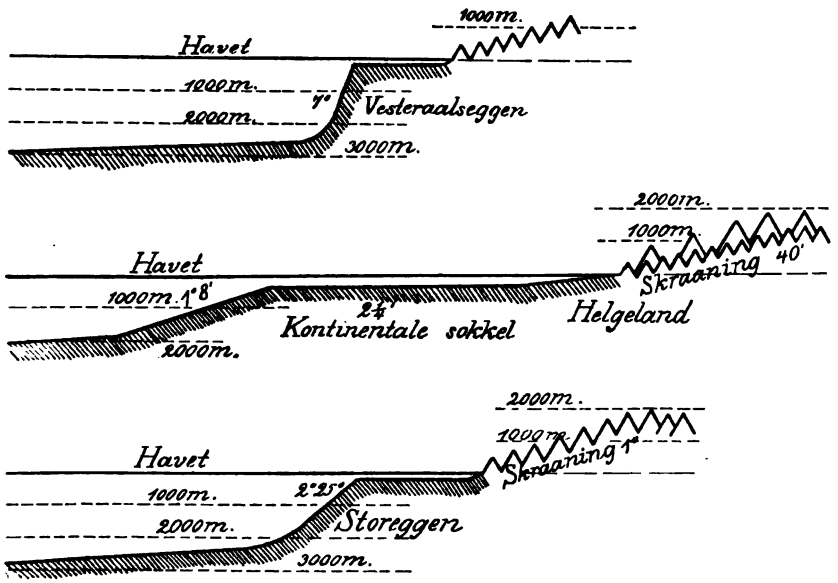


Fig. 4.

Schematiske profiler udvisende afhældet mod havet; det øverste profil trukket over Vesteraalseggen, det midterste over søndre Helgeland (selve fjeldpladen her med skraaningsvinkel 40') og det nederste over Storeggen. — Høiden tegnet 20 gange saa stor som længden.

Langs rigsgrænsen, baade paa den norske og den svenske side af vandskillet, i det hele og store nogenlunde samme fjeldhøider (dog noget høiere paa den norske side af grænsen);

saa synker fjeldpladen i nogenlunde jævnt skraaplan under omkring *40 minutters* vinkel og i *100 kilom.'s bredde* af mod kysten;

* Den kontinentale sokkel langs vor kyst viser ikke opstikkende fjelde, i lighed med f. ex. Vegtind, Dønmanden osv. paa strandfladen; i tilfælde den kontinentale sokkel skyldes en abrasion, maatte denne saaledes have været endnu mere omfattende end ved strandfladen.

under havet fortsætter afhældet, først i ca. *60 kilom.'s bredde*, under omkring *16 minutters vinkel* til et dyb paa *150 favne* (*282 m.*);

derpaa i ca. *140 kilom.'s bredde* kun ganske svagt afhæld, paa lidt over *2 minutter*, fra dybdekurve 200 favne til 300 favne (282 m. til 376 m.);

saa et forholdsvis brat afhæld langs eggen, med faldvinkel ved 63° 40′—64° 40′ n. br. gjennemsnitlig *1° 8′*, ved Storeggen gjennemsnitlig *2° 25′* og udenfor Vesteraalen gjennemsnitlig *omkring 7°*;

herefter kommer man over i de store oceandyb, paa 1000—2500 m. og derover.

At fjeldpladen paa Helgeland med saavidt god lovmæssighed, som tilfældet i virkeligheden er, i det hele og store danner et skraaplan ud mod kysten, er ganske overraskende, naar man betænker, at fjeldgrunden er saa yderst *komplext sammensat*,* nemlig af bergarter dels med meget høi og dels med forholdsvis lav modstandsevne mod denudation, og videre, at Helgeland i orografisk henseende karakteriseres ved et fuldstændigt system af *længdedale* (se herom i et efterfølgende afsnit). Navnlig det sidste moment medfører, at man *a priori* kunde være tilbøielig til at antage, at loven om „toppenes konstans" og om det jævne affald ud mod kysten her skulde være lidet markeret; at alligevel — trods længdedalene og trods den komplexe geologiske bygning — fjeldpladens skraaning ud mod kysten er saavidt regelmæssig, som den er, afgiver et vidnesbyrd om den betydning, som man maa tillægge fundamentalloven for fjeldkjædernes afhældsvinkel.

Som allerede ovenfor omtalt, kan skraaningsvinkelen for den postglaciale hævning sættes til omkring 2½ minut. — Vil

* I saa henseende adskiller Helgeland sig i meget væsentlig grad fra f. ex. Romsdalsdistriktet, som i sin helhed bestaar af grundfjeldsbergarter.

man bestemme fjeldpladens afhældsvinkel umiddelbart før den postglaciale hævning, maa denne vinkel, 2½ minut, fratrækkes fra den ovenfor fundne vinkel, paa 40 minutter. Dette spiller en temmelig underordnet rolle; det medfører dog, at fjeldene inde ved rigsgrænsen er omkring 75—100 m. høiere, end de vilde have været, dersom landet var bleven hævet horizontalt og ikke paa skraa.

Dybden af indskjæringerne (dale, fjorde, indsøer).

De store **Helgelandske dale** er gjerne *indskaarne med rundt tal 1000 m.* under den høide, som de nærmest omgivende fjelde naar op til.

Saaledes den nordre del af Vefsendalen (Mosjøen—Grane);
dalbunden 0—45 m. o. h.
de høieste omgivende fjelde paa dalens vestside 814, 902, 1000, 984 m., og paa østsiden 831, 860, 913 m.;
indskjæringsdybden altsaa *800—950 m.*

Svenningdalen, til Svenningdalsvandene:
dalbunden 50—175 m. (herfra Svenningdalsvandenes dybde);
de høieste omgivende fjelde paa dalens vestside 984, 918, 1072, 1289, 1246 m., og paa østsiden 1087, 1150, 1173, 1091 m.;
indskjæringsdybden altsaa *900—1150 m.*

Fiplingdalen, til Nedre Fiplingdalsvand:
dalbunden 150—359 m. (herfra Fiplingdalsvandets dybde);
de høieste omgivende fjelde paa dalens vestside 1087, 1150, 1173, 1091 m., og paa dalens østside i den nordre del af Bjørgefjeld 1212, 1325, 1337, 1330, 1324, 1364 samt 1660, 1677, 1510 m.;
indskjæringsdybden altsaa *1000—1300 m.*

Nogenlunde analoge resultater faar vi ogsaa fra de øvrige store dale:

	indskjæringsdybde:
Drevjedalen	*750— 900 m.*
Omervasdalen	*850—1200* „
Lerskaret	*950—1100* „
Nordre del af Røsaadalen	*900— 950* „
Nordre del af Susendalen	*1000—1300* „

Et lignende indskjæringsdyb møder vi ogsaa ved de vigtigste *pasovergange mellem Norge og Sverige*, altsaa tvers over fjeldkjæden:

Pasovergang øst for Susendalen ved rigsgrænsen i høide 616 m.: de høieste omgivende fjelde paa 1325—1450 m.; høideforskjel altsaa ca. *750—800 m.*

Øvre Krutvand, lige ved rigsgrænsen øst for Røsvand, høide 595 m. og høieste omgivende fjeld 1403 m.; niveauforskjel *800 m.* (plus vandets dyb).

Niveauforskjel ved pasovergang øst for Østerbugten ved Røsvandet ca. *900 m.*

Pasovergangen langs landeveien mellem Mo i Ranen og Umbugten, hvorfra vandet rinder ud til Umeå, ligger ved Umskarvand i høide 630 m.; mellem Umbugten og Store Akersvand har man dog endnu lavere pasovergang, paa 542 m.; de nærmeste omgivende større fjelde af høide 1417, 1478 m.; indskjæringsdyb altsaa ca. *900 m.*

Længere nordover i fjeldkjæden findes flere pasovergange paa 550—600 m., og Ofotbanens høieste punkt nær rigsgrænsen er kun 527 m.

De store fjeldsøer inde i landet samt de store fjorde ude ved kysten er ***endnu dybere indskaarne end dalene.***

Saaledes omgives *Røsvandet*, som ligger i høide 374 m. o. h., og som med hensyn til størrelse (areal 189.4 kilom.^{2}) er no. 3 af Norges indsøer, af følgende fjelde:

NO for vandet Oxtindernes gruppe, med toppe helt op til 1907 m.: paa østsiden af vandet fjeldtoppe 1453, 1403, 1374, 1350 m.; paa vestsiden 1559, 1443, 1395, 1228 m.; paa sydsiden derimod er fjeldene lave. Røsvandets vandspeil ligger altsaa *1000—1100 m.* lavere end fjeldene paa vandets øst- og vestside, og *1533 m.* under Oxtindernes høieste top; hertil kommer vandets dyb, som endnu ikke er oploddet, men som vel i alle fald paa flere steder gaar op til mindst et eller et par hundrede m.* Vandets bund altsaa med rundt tal *1200—1750 m.* under de omgivende fjeldes top.

Som allerede ovenfor berørt, udmærker de **Helgelandske fjorde** sig ved ***meget betydeligt dyb, og specielt møder vi inde i fjordene større dyb end nærmest udenfor kysten.*** Som bekjendt er denne lovmæssighed forlængst paavist for vort lands fjorde i sin almindelighed.

Inde i fjordene paa Helgeland finder vi jævnlig dyb paa 400—500, undertiden paa 500—600 m., undtagelsesvis paa lidt over 600 m. (Sjonen 636 m.); hvor fjordene sætter gjennem strandfladen, er dybet kun undtagelsesvis paa over 350 m., oftest paa 250 m. og derunder; og endelig nærmest langs

* Ifølge velvillig meddelelse af bergkand. *A. Holmsen* godtgjør islægningen paa Røsvandet, at vandet neppe er særdeles dybt.

kysten, udenfor fjordbæltet og udenfor strandfladen, er dybet i regelen kun 100—200 m. Fjordene kan her ofte følges et stykke som submarine render, som lidt efter lidt taber sig; i selve strandfladen er dog fjordene i det hele og store lidet markerede.

Hvad angaar partiet udenfor kysten, maa man tage med i betragtning, at de store glaciale grusafleiringer, som optræder udenfor den Helgelandske kyst (se s. 15), til en vis grad har udfyldt de submarine render og saaledes umuliggjort observationerne.

Exempelvis kan nævnes Ranenfjorden, hvis dyb i den indre eller midtre del, lidt indenfor Hemnæs (ved sammenstødet med Fineidfjorden) er 500—540 m.; længere ude møder vi kun undtagelsesvis et dyb paa saa meget som 375—400 m., og naar man kommer over i strandfladen, taber fjorden sin egentlige karakter. Det sidste gjælder ogsaa Vefsenfjorden, som er en typisk fjord, indtil den i partiet Tjøttø—Mindlandet —Rødø, nemlig hvor fjorden naar frem til strandfladen, til en vis grad forandrer sin habitus.

Indskjæringsdybden, regnet fra fjordens bund til toppen af de nærmest omgivende fjelde, kan aflæses for de fjordes vedkommende, som er oploddede:

Velfjorden; et enkelt paa kystkartet afsat lodskud viser dyb 212 favne = 400 m.;
fjeldene paa fjordens NO-side høide 929, 962, 996, 1009 m.;
indskjæringsdybde altsaa *1400 m.*

Vefsenfjorden, som er detaljeret oploddet, viser i den indre del, hvor den er en *tver*-fjord (ɔ: hvor den skjærer tvers over skikterne) et dyb paa 420—450 m.;
fjeldene paa fjordens NO-side 758, 807, 909 m.;
paa SV-siden 754, 814 m., og de Syv Søstre lige udenfor fjordmundingen 1000—1066 m.;
indskjæringsdybden altsaa *1200—1500 m.*

Fjorden mellem de Syv Søstre og fastlandet; dyb 177—227 m. og mellem Tjøttø og Rødø 283—310 m.; indskjæringsdybden, under de Syv Søstres top altsaa *1200—1300 m.*

Leirfjorden; dyb 337—340 m; indskjæringsdybde *1000—1300 m.*

Ranenfjorden, i den ydre halvdel udenfor Hemnæs dyb 300—400 m.; fjeldene paa nordsiden 764, 843 m. og paa sydsiden 842, 857, 927, 991 m.; indskjæringsdybde altsaa *1100—1350 m.*

I den indre halvdel naar Ranenfjorden ofte et dyb paa 475—537 m.; og indskjæringsdybden er her *1350—1500 m.*

Sjonen; dyb 610, 634, 636 m.; fjeldene paa sydsiden 811, 821, 764, 843 m.; paa nordsiden 951, 1020 m.; indskjæringsdyb *1400—1600 m.*

Oversigt over indskjæringsdybderne.

De store Helgelandske dale: 750—900, 800—950, 900—950, 900—1150, 950—1100, 850—1200, 1000—1300, 1000—1300 m.

Pasovergangene (mellem Norge og Sverige): 750—800, 800, 900, 900 m.

Røsvandet: 1000—1500 m., eller regnet til vandets bund antagelig 1200—1750 m.

De store fjorde: 1000—1300, 1100—1350, 1200—1300, 1400, 1200—1500, 1350—1500, 1400—1600 m.

Fjeldfladen er altsaa gjennemfuret af en mængde snit af dyb med rundt tal 1 kilom.; en hel del snit naar et dyb paa 1¼ kilom., nogle et dyb paa 1½ kilom., enkelte paa 1½—1¾ kilom.; endnu dybere indsnit møder vi derimod ikke paa Helgeland, søndenfor Ranenfjorden, undtagen muligens ved Røsvandet—Oxtind, hvor forskjellen mellem fjeldets høieste top og vandets dybeste bund muligens gaar op til lidt over 1¾ kilom.*

Indskjæringsdybden kan for de store Helgelandske dales (strøgdales) vedkommende sættes til ¾—1¼, gjennemsnitlig 1

---

* Længere nord i det nordlige Norge findes flere steds endnu dybere indsnit end paa Helgeland, nemlig paa indtil 2, undtagelsesvis kanske endog paa 2¼ kilom. — Saaledes er Jækkevarre i Lyngen, mellem Lyngenfjorden og Sørfjorden (Ulfsfjorden) 1916 m. o. h.; fjordene maa vistnok være mindst 100 m. dybe, indskjæringens dybde altsaa mindst 2 kilom., antagelig adskillig derover. — Sulitelmas høieste top 1830 m.; Langvandet nær dets fod 134 m. o. h.; indskjæringen her ikke under 1¾ kilom., antagelig lidt derover. — Videre henvises til Frostisens høie gabbrofjelde, paa sydsiden af Ofotfjorden. — Ved Sognefjorden, med dybeste punkt 661 favne = 1244 m., med ordinært dyb 500—600 favne = 950—1125 m., og med omgivende fjelde jævnlig paa 1500 m. og noget derover, stiger indskjæringsdybden til omkring 2¾ kilom.

kilom., og for Røsvand og for fjordene til 1—1¾, gjennemsnitlig 1¼—1½ kilom.

Udtrykkelig skal pointeres, at dalenes indskjæringsdyb *ikke* er større ude nær mundingen end længere inde i landet, — men straks man kommer over i fjordene, vokser indskjæringsdybet. — Dette er et vidnesbyrd om, at der ved udgravningen af fjordene i alle fald til en vis grad maa have gjort sig gjældende en ny faktor (gletscher-erosion), som har spillet en relativt mere underordnet rolle ved udgravningen af dalene; se herom i det følgende.

Fjeldhøidernes afhængighed af bergarternes modstandsevne mod denudation.

Dette fænomen er stærkt fremtrædende paa Helgeland, hvor fjeldgrunden er bygget af bergarter dels med lav og dels med høi modstandsevne mod denudation. Bergarter med relativt lav modstandsevne er

kalkstenene og

glimmerskiferne med øvrige nærstaaende skifere.

Høi modstandsevne derimod er betegnende for

graniterne,

gneisbergarterne,

samt de fleste gabbroer og serpentinen.

De mægtige kalkstenslag betinger en flerhed af de store nordlandske længdedale; en række exempler herpaa vil man finde i næste kapitel (se ogsaa mit arbeide Norsk marmor s. 170). Videre er en ikke ganske uvæsentlig del af strandfladen, saaledes ved Brønnø, paa Offersøen, en del af Vega osv. osv., bestaaende af kalksten.

Hvor *glimmerskiferafdelingen*, med indleiede kalkstenslag, bygger fjeldgrunden, møder vi i regelen forholdsvis lavtliggende, men ofte sterkt kuperede fjeldmarker, med bække- og elveløb i dybe revner eller juv (tildels udskaarne ved *postglacial elv*-erosion). Exempelvis henvises til det store skov-

land indenfor Ranen (Mo—Skaanseng—Ildhullierne; veien til Umbugten)*, og til de udstrakte nogenlunde flade fjeldstræk-

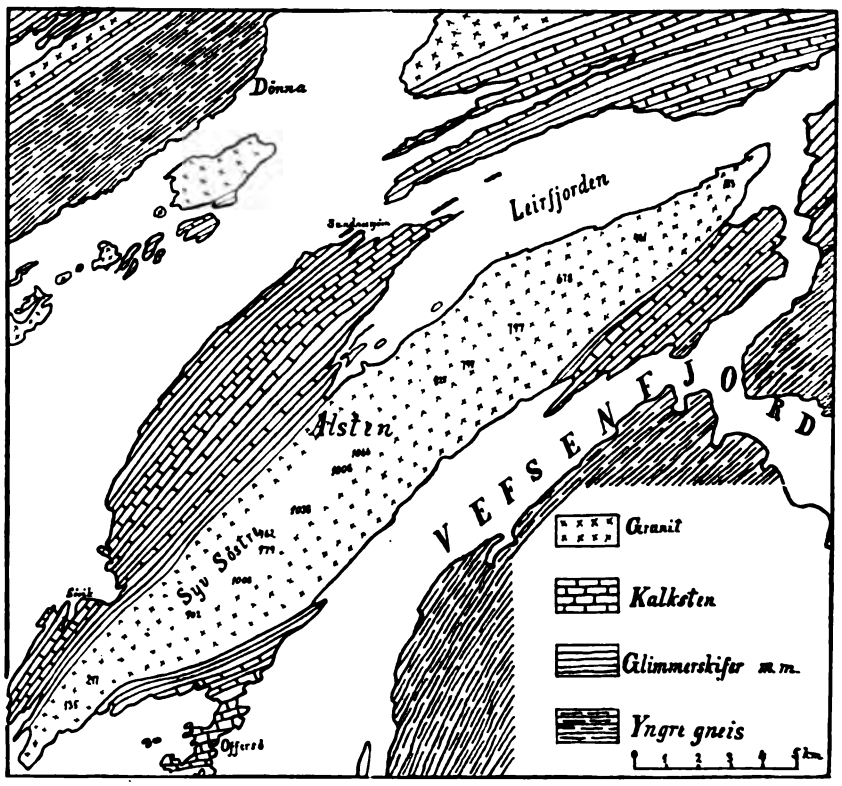


Fig. 5.
Geologisk kart over Alsten (de Syv Søstres granitfelt) med omgivelser.

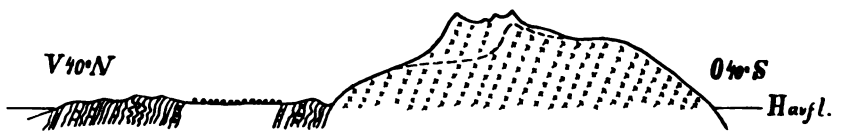


Fig. 6.
Profil over de Syv Søstre, nemlig over top no. 2 (Ørntuva) og botn no. 2, regnet fra ONO. (Høiden tegnet efter samme maalestok som længden).

* Paa *Dahlls* geologiske kart (1879) er her afsat grundfjeld, hvad dog ikke er rigtigt.

ninger og smaadale paa sydsiden af Røsvandet, helt frem til Fjeldbækmo og Hatfjelddalens kirke, — et parti, som paa vort høidekart fig. 3 er letkjendelig derved, at her er ikke nogen høie fjeldtoppe indtegnede (i Arkfjeldet findes forøvrigt et mindre granitfelt). Videre danner glimmerskiferafdelingen, med indleiede kalkstenslag, det store, hovedsagelig til strandfladen henhørende fladland paa Alstenøen (Sandnæssjøen—Søvik), ved Leirfjorden og ved Meis- og Ulvangfjordene, paa den nordre del af Dønnesøen, osv. osv.

Omvendt er de høie fjelde næsten uden undtagelse byggede af granit, gneis, gabbro, serpentin og lignende bergarter, — *og jo større fladerum disse bergarter dækker, des høiere stiger i regelen fjeldene tilveirs.* Dette sidste har jeg navnlig studeret ved de *Syv Søstres granitfelt**, hvor *proportionaliteten mellem fjeldhøiden og granitfelt-bredden* er i den grad udpræget, at den antager en fuldstændig *mathematisk karakter*. — Som illustreret ved hosstaaende kartskitse (fig. 5), har de Syv Søstres granitfelt, medregnet fortsættelsen (mod SSV) paa Røsøen, ialt en længde af ca. 39 kilom.; feltet er bredest i den midtre del, hvor bredden gaar op til 4¼—4½ kilom., smalner saa jævnt og langsomt af mod begge ender. I overensstemmelse hermed naar fjeldtoppene (se fotografi fig. 9) i den midtre del op til den største høide (962—1066 m.), og saa aftager fjeldtoppenes høide temmelig jævnt mod granitfeltets ender. Dette sees bedst af hosstaaende tabellariske oversigt, hvor vi begynder med feltets nord- og slutter med dets sydende.

* De eiendommelige, omtrent med samme afstand efter hinanden følgende toppe („Søstrene") er adskilte fra hinanden ved nogenlunde jævnstore botner; bunden af disse ligger i høide 450—480 m. o. h.

Syv Søstres granitfelt.

Længde.	Granitfeltets bredde.	Høieste toppe	
2½ km.	1 —1⅓ km.	183 m.	
4 „	2 —2½ „	467 „	
		471 „	
2½ „	3 —3½ „	651 „	
		675 „	
		756 „	
5 „	4 —4¼ „	797 „	
		828 „	
		835 „	
		1060 „	De Syv Søstre.
		1008 „	
6½ „	4¼—4½ „	1038 „	
		962 „	
		979 „	
		1008 „	
2½ „	3 —3¾ „	902 „	
1½ „	1½—2¼ „	267, 242 m.	
3½ „	1¼	135 m.	
2¼ „	Fjord-gjennembrud		
		69 m.	
7 km. Rosøen	½— ¾ km.	69 „	
		57 „	
		47 „	

De Syv Søstres lange, men smale granitfelt omgives paa begge sider af relativt bløde kalklag og glimmerskifere; granitens høie modstandskraft mod tidens tand blir derfor her ganske særlig fremtrædende.

Ogsaa ved Svenningdalens og Reinfjeldets granitfelt afhænger fjeldhøiden af granitfelt-bredden, dog ikke i den grad udpræget som ved de Syv Søstre, hvilket i alle fald tildels beror derpaa, at vi paa begge sider af Svenningaasens granitfelt foruden kalklag ogsaa møder gneis og andre skifere med ganske høi modstandskraft mod erosionen (se det til den tredie afhandling, om Svenningdalsgruberne, hørende geologiske oversigtskart). — Paa partiet vest for Grane kirke og Svenningdalens gruber, hvor granitfeltet har en bredde paa 2—3 kilom., naar fjeldene oftest en høide paa omkring 300 m; i Reinfjeldet, i feltets fortsættelse mod nord, stiger granitens bredde til ca. 8 kilom. og høiden samtidig til 814 m.

At dette sidste granitfelt, trods dets større bredde og trods dets beliggende et stykke længere ind i landet, har lavere fjeldtoppe at opvise end de Syv Søstres granitfelt, maa komme, at graniten i Svenningdalen og Reinfjeldet maa have været relativt lettere at denudere; hvilken petrografisk egenskab dette beror paa, har jeg ikke detaljeret undersøgt; kun kan paapeges, at Svenningdalens granit i alle fald jævnlig er noget kloritiseret, — altsaa udviklet som protogingranit, — hvad neppe nogetsteds er tilfælde med de Syv Søstres granit.

Her kan indskydes, at et mindre granitfelt, som landeveien til Hatfjelddalen (nær Arkfjeldet, se s. 27) skjærer gjennem et par kilom. vest for kirken, er meget sterkt kloritiseret; i overensstemmelse hermed danner dette granitfelt kun ganske lave fjelde.

Paa Vega bestaar fjeldene, som rager op til en i forhold til øens beliggenhed langt ude i skjærgaarden (strandfladen) usædvanlig høide, nemlig 732 og 797 m., af granit, som her danner et nogenlunde stort felt; ligeledes er den lille ø Søla, med høieste punkt 431 m., strax vest for Vega bygget af granit.

I Bindalen findes et meget stort granitfelt, som snart er gjennemskaaret af dybe fjorde, snart rager høit tilveirs; det høieste punkt er Heilhornet (1073 m.) beliggende langt ude i fjordbeltet.

Alle de her omhandlede granitfelter bestaar af hvid eller hvidgraa, presset, undertiden porfyrisk udviklet granit (se s. 2), hvis udbrud fandt sted samtidig med bergkjædefoldningen. Foruden denne *yngre*, hvide eller lyse granit, findes paa halvøen mellem Kjellafjorden i Bindalen og Lekafjorden, med fortsættelse nordover i Torghat-fjeldet, en *ældre*, arkæisk, presset rød granit, som er den yderste udløber mod nord af grundfjeldspartiet langs kystranden af Trondhjems stift. — Denne gamle granit danner ogsaa fjelde, men ikke saa høie som den yngre, hvide eller hvidgraa granit.

Paa Helgeland er en *yngre gneisafdeling* meget udbredt Denne yngre gneis danner ganske høie fjelde eller fjeldrygge. i regelen med en karakteristisk længderetning efter gneisens strøg. Exempelvis henvises til Eiteraafjeldets mindst 25 kilom. lange ryg (paa vestsiden af Svenningdalen og Vefsendalen). med høieste toppe 918 og 984 m.; videre til Tovenkjæden (mellem Drevjedalen og Leirfjorden), af lignende høide.

Det høie fjeldplateau mellem Vistenfjorden og Velfjorden i vest og Vefsenfjorden og den ydre del af Vefsendalen i øst. videre de høie fjelde i Vik og Brønnø, Dønmanden paa Dønna, Tomsjævelen paa Tomma osv. er for en væsentlig del bygget af den yngre gneis. Ogsaa Oxtinderne og Børgefjeld. de to største fjeldkomplexer paa søndre Helgeland, bestaar ifølge *Corneliussens* reisebeskrivelse af gneisbergarter (yngre gneis?); det samme gjælder tildels ogsaa, ifølge *Dahlls* kart. den fjeldryg, som bærer Svartisen, paa nordre Helgeland.

Tjøttø og Mindlandet er ogsaa bygget af gneis, som dog her ikke danner høie fjelde, men et lavt og svagt bølgende terrain; dette tror jeg at kunne sætte i forbindelse dermed. at lagstillingen her er horizontal eller svævende, medens de lange gneisrygge, som f. ex. Eiteraafjeldet og Tovenkjæden. gjennemgaaende betegnes ved steil lagstilling. — Hertil kommer. at Tjøttø og Mindlandet indgaar i strandfladen.

*Serpentin*felterne danner paa Helgeland — som ellers i landet — nøgne og steile kupper, som hæver sig des høiere

over den omliggende fjeldmark, des større serpentinens areal er.

Saaledes er paa Leka, som ligger helt ude i skjærgaardsbæltet, i den sydvestre del af vort kartomraade, de i forhold til øens beliggenhed nogenlunde høie fjelde (378, 383, 422 m.) byggede af serpentin. — Paa Rødø (i Tjøttø-fjorden) har man et serpentinfelt af længde 4½ kilom., største bredde 1¼ kilom. og areal næsten 4 kilom.^{2}; serpentinkuppen hæver sig — over fjorden og det omgivende, for den væsentligste del af kalksten og glimmerskifer, delvis dog ogsaa at gabbro dannede flade land — til en høide af 304 m. o. h. — I Hatfjelddalen har man en mængde høit opragende kupper og større fjelde af serpentin; specielt kan nævnes det steile, iøinefaldende fjeld Hatten (3 kilom. langt, oftest ¾ kilom. bredt; høide 1128 m. o. h.), som hæver sig omkring 400 m. over den omliggende fjeldmark.

Paa Leka og paa Rødø (i Tjøttø) ledsages serpentinen af gabbro, som beggesteds kun danner et fladt forland ved foden af serpentinfjeldene; ***den her optrædende gabbro har altsaa mindre modstandsevne mod denudation end serpentinen.***

Af middels store ***gabbrofelter*** kjendes paa søndre Helgelane en del. Navnlig kan nævnes gabbrofeltet mellem Fustvandet og Vefsenfjorden (NO for Mosjøen), paa Heggehalvøen i Velfjorden, i Sausfjeldet og andre fjelde i den søndre del af Velfjorden, samt partiet mellem Hildringen og Vikestadvaagen i Bindalen, her ogsaa mange smaa serpentinkupper. — Fustvandets (eller Mosjøens) gabbrofelt, som har et areal af 75—80 kilom.^{2} (se mit arbeide Norsk Marmor, planche no. 6), er gjennemsat af flere dalsænkninger; det høieste fjeld her er paa 638 m. — Paa Heggehalvøen, hvor det af mægtige kalklag omkransede gabbrofelt har et areal paa ca. 16 kilom.^{2}, naar det høieste fjeld, med det karakteristiske navn Braataasfjeldet, op til en høide af 406 m. o. h. — Gabbrofeltet i Sausfjeldet har noget større areal, nemlig 36 kilom.^{2}; i overensstemmelse hermed er fjeldet ogsaa lidt høiere, nemlig 499 m. over havet.

Skjønt alle disse gabbrofelter paa Helgeland danner nogenlunde høie kupper eller fjelde, maa man — af parallelen med de nærmest omgivende fjelde — drage den slutning, at gabbroerne her er adskillig lettere at erodere end serpentinen, og at de med hensyn til modstandsevne mod denudation neppe staar over den Helgelandske hvide eller hvidgraa, friskē granit; snarere maa den sidste gives forrangen. — Medbragte prøver af de fire gabbrofelter viser hovedsagelig norit, egentlig gabbro. kvartsgabbro og adamellit*; bergarterne er undertiden lidt uralitiserede, dog ikke i nogen fremskudt grad.**

Særdeles udstrakte gabbrofelter findes ikke paa søndre Helgeland, men derimod paa adskillige steder længer nord i det nordlige Norge. Saaledes bestaar Lyngenkjæden, med Jækkevarre (1916 m. o. h., det høieste fjeld i det nordlige Norge), videre Sulitelma (1830 m. o. h.), Frostisens høit opragende fjeldgruppe i Ofoten, samt mange høie og vilde fjelde i Vestfinmarken af gabbro. Desuden er Lofotens høie fjelde — som i de senere aar paavist, af mig (1895, 1896) og prof. *Helland* (1896) — for den væsentligste del bygget af gabbrobergarter. — Vi kan saaledes ogsaa fra det nordlige Norge fremlægge en række exempler paa, at frisk, uforandret gabbro (egentlig gabbro, olivinhyperit, norit, labradorsten osv.) i fortrinlig grad modstaar denudationen.

Længde- eller strøgdale og tverdale; længde- eller strøgfjorde og tverfjorde.

Helgelands orografi er i udpræget grad dikteret af den geologiske bygning. — Dalene er for en væsentlig del *længde-*

* De to sidste dannende overgang til graniten.

** Det kan her paapeges, at hvor gabbroerne er fuldstændig uralitiserede eller skapolithiserede, danner de ikke længere kupper, men flad mark; skapolithhornblendefelsen endog dalsænkning. Exempel paa uforandret norit: Romsaas, Høiaas ved Tvedestrand osv.; paa uralitnorit: Erteliens flade felt; og paa uofrandret olivinhyperit: Dronningkollen paa Vinoren, de høie kupper paa Langø og Gomø; for skapolithhornblendefels: Ødegaarden (se Zeits. für praktische Geologie, 1893, pl. V og VI; 1895, s. 450). — Saussuritgabbro danner kupper, har altsaa god modstandsevne mod denudation.

dale eller *strøgdale**, med enkelte tverknæk, tildels under 90°s vinkel, hvor dalene optræder som *tverdale* (se oversigtskarterne fig. 1 og 11).

Som exempel paa længdedale kan nævnes de store dale: Røsaadalen, Vefsendalen (nordre del) med Svenningdalen, Fiplingdalen og Susendalen, samt i syd den øvre del af Namdalen og i nord (udenfor vort kartomraade) Dunderlandsdalen (mellem Vesteraali og Dunderland) i Ranen og den nordre del af Saltdalen i Salten; desuden en hel række mindre dale inden vort kartomraade, f. ex. Eiteraadalen, Bjørnaadalen, Drevjedalen, Mjaavand—Ømervand-dalen, osv. osv.

Som typus paa tverdalene vælger vi den midtre del af Vefsendalen (se kart over Svenningdalen i det efterfølgende afsnit om Svenningdalsgruberne): fra Fjeldbækmo til Baafjeldmo (Svenningdalen) skjærer dalen i omtrent 90°s vinkel gjennem skiferne (hovedsagelig *haarde* hornblendeskifere); saa er dalen et kortere stykke en strøgdal, men igjen kommer, strax nord for Grane kirke, et tverknæk, idet dalen her, paa det første stykke under 90°s vinkel, sætter gjennem et langt granitfelt.

Længdedalene er for en stor del *„aabne dale"*, idet de mod syd (eller SSV) og nord (eller NNO) løbende dale umærkelig gaar over i hinanden.

Hvor karakteristisk længdedalene er for Nordlands amt, fremgaar bedst deraf, at man kan følge et kontinuerligt sæt af længdedale (det „indre dalløb") fra det trondhjemske i syd helt til polarkredsen, med en enkelt afbrydelse endog helt til 67½° n. br.

Efter dette indre dalløb er som bekjendt projekteret en fremtidig jernbane (Nordlandsbanen), med pasovergange: mellem Namdalen (Trondhjems stift) og Svenningdalen (Nordland) kun 295 m.(!) over havet; mellem Vefsen og Ranen 172 m. o. h.; mellem Ranen og Salten jævn og langsom stigning op gjennem den lange Dunderlandsdal og senere ned efter den

* Se herom mit arbeide Norsk Marmor, s. 169—170.

lange Saltdal, men paa mellempartiet (øst for Svartisen, strax nord for polarkredsen) et større granitfelt, med pasovergang ca. 660 m. o. h.; endelig mellem Salten og Folden pasovergang kun 65 m. o. h.

De store nordlandske strøgdale følger for en stor del — om end ikke overalt — de ***mægtige, relativt lidet modstandsdygtige kalklag;*** exempelvis gjælder dette: Svenningdalen (ved Svenningdalsgruberne); Vefsendalen nord for Laksfos; Bjørnaadalen; Mjaavand—Ømervand-dalen; den nordre del af Røsaadalen; Dunderlandsdalen mellem Vesteraali og Dunderland; nordre del af Saltdalen; eidet meilem Salten og Folden: osv. osv.

I korthed kan man, om end med nogen overdrivelse, sige, at det er de ***mægtige kalklag*** (***den nordlandske marmorgruppe***), ***som betinger længdedalene*** og derigjennem det fundamentale træk i Helgelands orografi.

I modsætning hertil skjærer tverdalene sig gjennem ***haarde*** bergarter; og tverdalene er gjennemgaaende meget ***trangere*** end strøgdalene.

Som bekjendt er dette en generel regel, hvis gyldighed er paavist f. ex. i Alperne og i flere af de nordamerikanske fjeldkjæder.

Tidligere forestillede man sig gjerne, at specielt tverdalene skulde skyldes spaltedannelser*; senere undersøgelser har dog godtgjordt, at saa ikke behøver at være tilfælde, men at tvertom længdedalenes optræden fortrinsvis langs efter de bløde bergarter og tverdalenes optræden tvert gjennem de haarde bergarter følger som umiddelbar konsekvens af det rindende vands eroderende virksomhed.** — Helgelands dalsystem er os saaledes et vidnesbyrd om, at de grundlæggende drag i orografien er bestemt ved ***erosionen af rindende vand*** (og følgelig ikke ved den senere is-erosion).

---

* Se f. ex. prof. *Th. Kjerulfs* afhandling Et stykke geografi i Norge (Kristiania Videnskabsselskabs Forh. 1876).

** Se herom f. ex. den i *W. M. Davis's* arbeide Physical Geography givne oversigt.

Ogsaa for fjordenes vedkommende kan man paa Helgeland jævnlig holde ud fra hinanden, paa den ene side *længdefjorde* eller *strøgfjorde*, paa den anden side *tværfjorde*.

Som exempel paa strøgfjorde kan nævnes: den ydre del af Ranenfjorden med Dønnasundet, Ulvangsfjorden og Meisfjorden; Leirfjorden og Alstfjorden; Vefsenfjorden paa partiet mellem Tjøtta og Sundfjorden; Vevelstadsundet; osv. osv. (se karterne fig. 5 og 7). Og som exempel paa tværfjorde: Vefsenfjorden mellem Sundet (Aakvik, Sørnæs) og Digermulen—Utnæs, ydre del af Halsfjorden, indre del af Vistenfjorden, osv. Alle tre fjorde sætter under 90°s vinkel tvert gjennem gneislagene, med enkelte indskudte langstrakte granitfelter.

For fjordene er dog denne inddeling i et længde- og et tværsystem ikke i den grad udpræget som for dalene; aarsagen hertil er sandsynligvis, at gletscherne, som fulgte de tidligere af det rindende vand optrukne linjer, i end mere fremskredet grad har omformet reliefet i omgivelserne af fjordene end af dalene.

Strandfladen.

Dr. *H. Reusch* fæstede for nogle aar siden opmerksomheden ved „Strandfladen, et nyt træk i Norges geografi", hvormed forstaaes det lavtliggende og flade kyststrøg, der som en bræm omkranser den høie fjeldmark inde i landet.*

Denne strandflade er i typisk grad udviklet langs Helgelands kyst. Mange af de store øer ude ved kysten viser over betydelige udstrækninger (ex. nordre del af Dønna, Herø og Offersø, nordre og midtre del af Vega, osv.) en ganske fladt

* Geologisk aarbog for 1892 og 1893. — Ogsaa andre forskere har havt sin opmerksomhed henvendt paa strandfladen, se saaledes prof. *Brøggers* bemærkninger om strandfladen i den geologiske klub, møde den 14de dec. 1893. *Reusch* tilkommer fortjenesten af at have udredet spørgsmaalet og klargjort fænomenet som generelt for vort land.

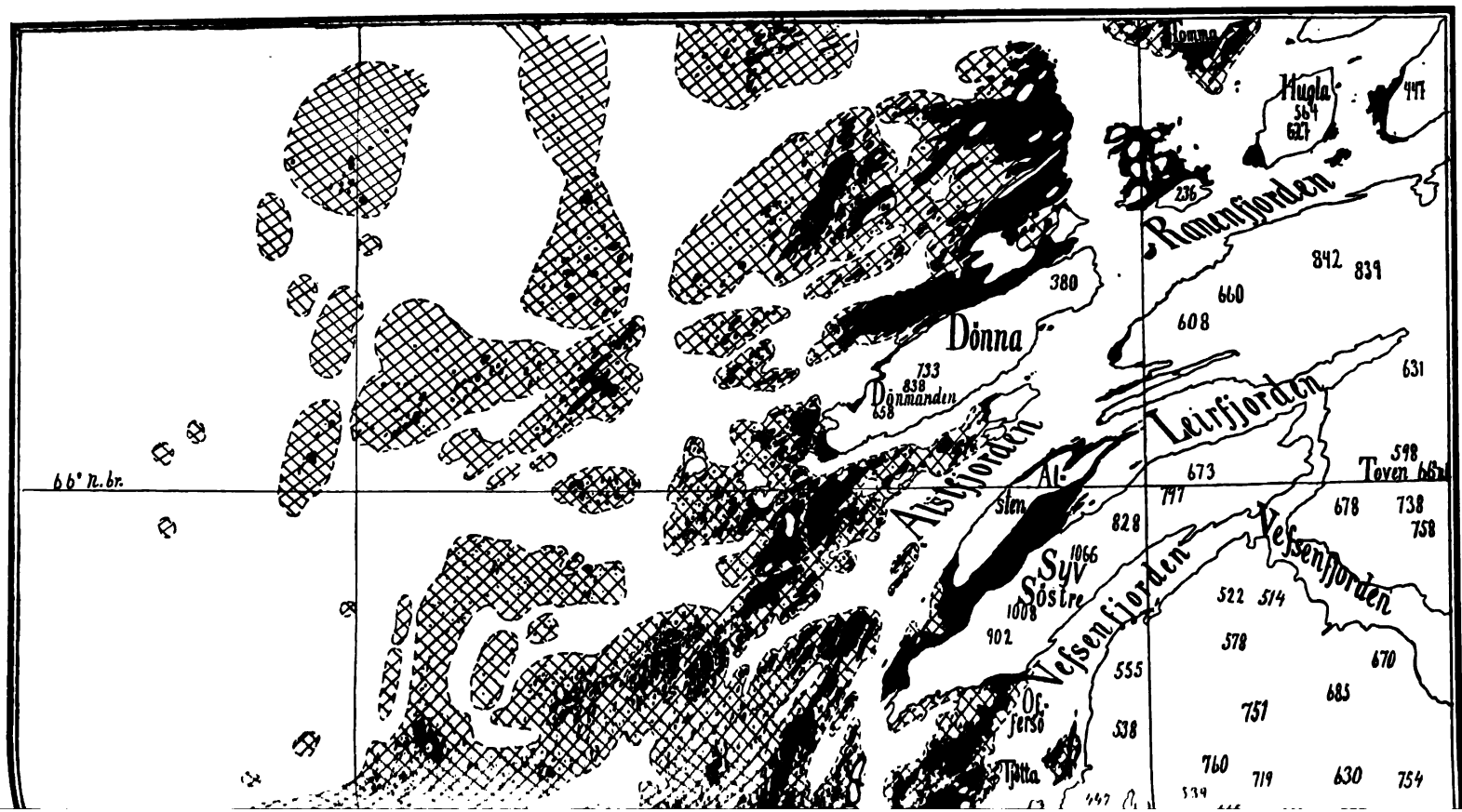

Homna
Hugla
564
627
447
236
Ranenfjorden
842
839
660
608
380
Dönna
631
733
838
Dönmanden
658
Leirfjorden
598
66° N. br.
673
Teven
677
197
678
738
758
828
Alstenfjorden
Alstad
Syv
Söstre
1066
1008
902
Vefsenfjorden
522
514
578
670
555
685
751
538
Os
Tjötta
760
719
630
754



Fig. 7.
Kart over et parti af strandfladen paa Helgeland; **tekst paa næste side.**

Tekst til fig. 7.

Kart over strandfladen, mellem Torghatten og Dønna eller Tomma, udenfor Ranenfjordens munding. Maalestok 1 : 400.000. — Det sorte er strandfladen over havets niveau; det skrafferede er strandfladen under havet, oftest i dyb 10—30 m. Skjær og holmer er angivne ved sorte prikker. Længst mod vest ligger strandfladen som en lav undervandsgrund omtrent i sin helhed under havet, og her er ganske faa skjær. — Tallene betegner fjeldhøiderne i m.

undulerende overflade; det samme gjælder undertiden ogsaa den alleryderste rand af selve fastlandet (ex. ved Brønnø); end mere karakteristisk er selve skjærgaarden, hvor øer og holmer i tusindvis — eller rettere i titusindvis * — titter op et par m. over havfladen. Man kan sammenligne skjærgaarden med en horizontal eng, som netop er meiet ned: græsstubberne — o: holmerne eller skjærene — viser alle omtrent samme høide; de hæver sig kun nogle faa m. over bunden, og havet mellem øerne er inde i selve ø-grupperne ganske grundt; men saa staar der igjen en del nuter og galter, som tidens tand ikke har faaet bugt med. Helt ude i strandfladen har vi saaledes endnu i behold en række høie fjelde: Dønmanden paa Dønna, 838 m.; Vegtind og Gulsvaagtind paa Vega, 797 og 732 m.; Lovunden 619 m.; Søla 431 m.; Torghat-fjeldet 260 m., osv.

Om nuterne har *Ivar Aasen* sunget:

Og vinden tok um topparne,
Og vatnet tok um fot;
Men dei gilde gamle kropparne,
Dei toko traust i mot.

Ja, selve „Merkesteinarne“ ** fik havet ikke bugt med, men forøvrigt maatte alt vige.

---

* Ved Laanan-øerne udenfor Herø (kartblad Skaalvær) har kaptein *Bjørset*, som her har forestaaet oplodningen, inden et kvadrat paa ¼ norsk mil hver kant (= 30 kvadratkilom.) talt ca. 1000 — tusind — holmer og skjær, medregnet baaer, som er tørre ved lavvand. — Efter en anden optælling skal der ialt, mellem Leka i syd og Trænen i nord, findes med rundt tal 100.000 — hundrede tusind — holmer og skjær.

** De netop ovenfor opregnede høie fjeldtoppe er bekjendte sjømerker.

Paa Helgelandskysten med tilstødende del af det trondhjemske — fra Smølen med Fro-øerne, ved 63½° i syd over Vigten, Leka, Vega, Herø, Dønna og frem til Trænen og Selsøvik, ved 66½° i nord* — naar strandfladen, med tilhørende skjærgaardsbælte, en overordentlig bredde, jævnlig over *40 kilom.*, undertiden endog *50 kilom.* og derover. Inden vort kartomraade har jeg aflæst bredden til: ret ud for Torghatten 45 kilom., ud for Brønnø 50 kilom., ud for Havnø 39, ud for Offersø 46 og ved Dønna mindst 48 kilom., — altsaa for søndre Helgeland gjennemsnitlig med rundt tal *45 kilom.***

Paa søndre Helgeland har landet, regnet fra rigsgrænsen til de alleryderste skjær og undervandsbaaer, en bredde paa 130—150, gjennemsnitlig omkring 140 kilom.; strandfladen, som er 45 kilom. bred, omspænder altsaa *næsten tredieparten af landets bredde.*

Nordlands amt havde ved folketællingen den 1ste januar 1891 en befolkning paa 132 447 indvaanere; heraf bor med rundt tal 70 000, altsaa omkring eller lidt over halvdelen, paa strandfladen. Man faar herved et begreb om dennes statsøkonomiske betydning.

Aller yderst ude i skjærgaarden ligger strandfladen næsten i sin helhed under vand, oftest paa et dyb af 20—30 m. eller lignende; og her stikker kun undtagelsesvis nogle spredte baaer og skjær op over havet (se de dobbelt-skrafferede partier længst mod vest paa kartet, fig. 7, hvor kun nogle ganske faa skjær er indtegnede). Herefter følger det egentlige skjærgaardsbælte, med holmer og smaa-øer i tusindvis eller titusind-

* Længere nordover, fra 66½° til 68½° (Ofoten), fortsætter strandfladen ogsaa meget karakteristisk, men er paa slutten (67½°—68½° n. br.) noget smalere, muligens (?) fordi man her er noget i ly af Lofoten.

** *W. M. Davis*, som i sit arbeide Physical Geography (1898) har en fortrinlig tegning af den norske strandflade, sætter bredden til 3—10 eng. mile, hvad vistnok er for lidet, men som dog giver en forestilling om fænomenets natur. — I modsætning hertil opgiver *A. M. Hansen* i Menneskeslægtens Ælde (1899, s. 345) strandfladens bredde til „500—1000, ja op til 1500 m. oppe i Helgeland"; dette maal maa multipliceres med 25—30.

vis og de fleste kun 1, 2 op til 5 m., rent undtagelsesvis ogsaa paa 10—15 m. over middelvandstand; istedenfor beskrivelse henvises til kart fig. 8, over en øgruppe ($6\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{2}$ kilom.) i den midtre del af skjærgaarden. — Længere ind mod land

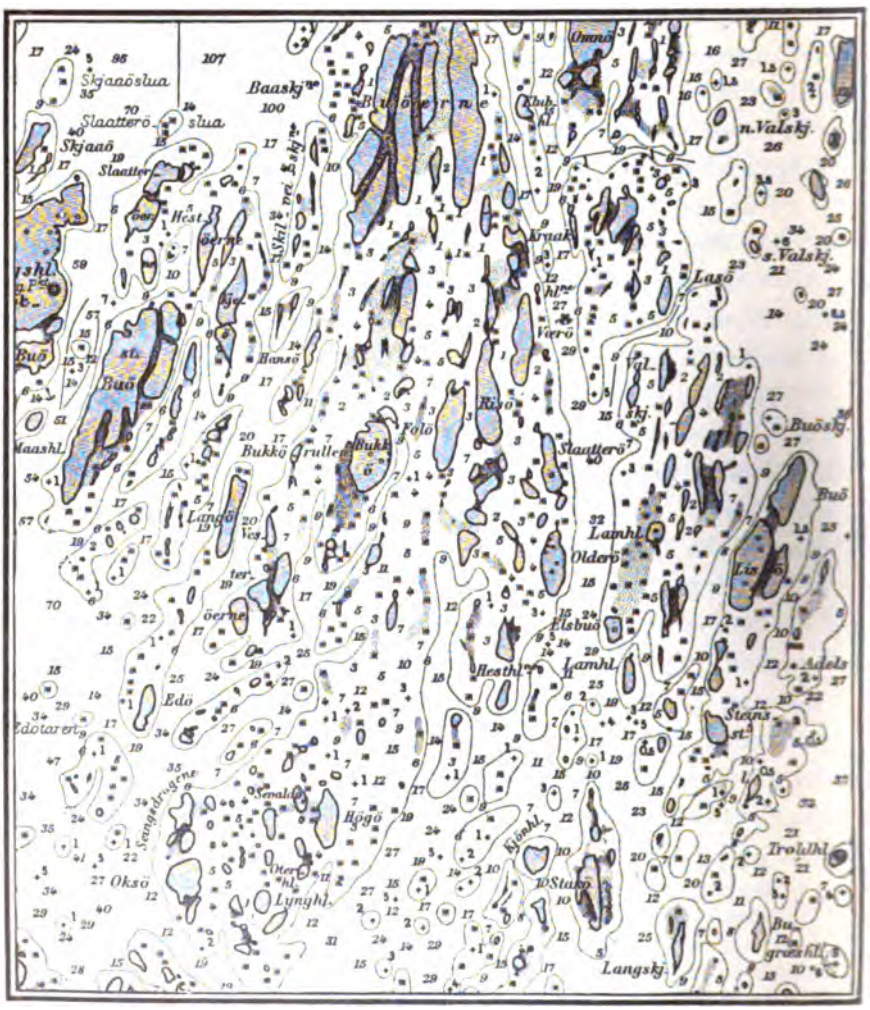


Fig. 8.

Kart, i maalestok 1 : 50.000 af en del af *„strandflade-skjærgaarden"*, VSV for Tjøtta og NNO for Vega (ved grænsen mellem øvre og nedre plade paa strandfladekartet, fig. 7). — Fotograferet efter sjøkartet. Tallene angiver dybden i m.

blir øerne gjennemsnitlig regnet baade større og høiere, og i den indre del af strandfladen, nemlig paa de store øer længst inde (Torget, øerne ved Brønnø, Tjøtta, Offersø, Alsten, Dønna, Løkta osv.) og paa selve fastlandet stiger høiden til 20, 30, 40 m., leilighedsvis kanske endnu lidt mere.

Paa kartet fig. 7 er for den ydre dels vedkommende henregnet til strandfladen alt, som ligger under 30 m.'s høidekurve — det allermeste ligger forøvrigt adskillig lavere, tilmed lavere end havet; — for den indre del af strandfladen er desuden medtaget en større del af partiet mellem høidekurvene 30 m. og 60 m. Hvor grænsen opadtil skal trækkes, er til en vis grad gjenstand for en skjøn, og der kan tvistes om, hvorvidt man bør



Fig. 9.

Fotografi af strandfladen (i forgrunden, navnlig tilhøire) og af de Syv Søstre (i baggrunden). — Taget fra nordre Herø, V for de Syv Søstre, af *J. Rekstad.*

stanse ved 40, 50 (eller 60) m.; saa høit som 75—100 m. naar dog strandfladen paa Helgeland ikke op.

Hvor markeret strandfladen i virkeligheden er, ser man bedst, naar man paa rektangelkarterne over kystdistrikterne aflægger med særskilt farve, hvad der ligger lavere end høidekurve 30 m., videre partiet fra 30 til 60 m., fra 60 til 90 m., osv. For det første interval faar man store, udstrakte flader, undertiden med areal 50—100 kilom.^{2} og kanske derover; for interval 30—60 m. faar man ogsaa hist og her nogenlunde store flader, dels fordi strandfladen inderst inde lokalt naar

op til noget over 30 m., og dels paa grund af det glaciale og postglaciale løsdække over det faste fjeldunderlag i strandfladen; men de efterfølgende intervaller, 60—90 m., 90—120 m. osv. fortoner sig i regelen kun som ganske smale striber, langs fjeldlierne.

Mellem den ydre og den indre del af strandfladen møder vi paa søndre Helgeland en ***niveauforskjel paa med rundt tal 60—75 m.*** Denne forskjel er til en vis grad af ***sekundær*** natur, idet landet ved den postglaciale hævning blev løftet lidt høiere, jo længere man kommer ind i landet; som senere skal omtales, kan skraaningsvinkelen for denne hævning sættes til omkring 2½ minut eller 1 : 1375. For en afstand stor 45 kilom. mellem den ydre og indre del af strandfladen svarer hertil lidt over 30 m. (ca. 33 m.). Da niveauforskjellen utvivlsomt er større end dette beløb, maa strandfladens skraaning for en del ogsaa være af ***primær*** natur. Dette fortolkes naturligen derved, at et storartet, flere kilom. eller mile bredt (hav)-abrasionsplan — saaledes som det er bleven udviklet af *F.* v. *Richthofen* i hans bekjendte abrasions-studier — kun fremkommer ved kyster, som befinder sig i langsom ***synkning.*** Først abraderes den ydre rand; naar landet synker, kan brændingerne naa længere ind i landet.

Hvor undergrunden i strandfladen er bygget af kalksten, er denne omtrent uden undtagelse fuldstændig abraderet; det samme gjælder ogsaa de fleste skifere, og da navnlig glimmerskiferne. De sedimentære bergarter viser dog jævnlig nogen forskjel i modstandsevne mod denudation, hvilket — under den kombinerede indflydelse først af hav-abrasionen og senere af bræ-erosionen — giver sig tilkjende derved, at smaa-øerne og holmerne samt aasryggene paa de større øer og paa fastlandet stadig er langstrakte efter strøgretningerne (se kart fig. 8). — Ogsaa haarde eller seige, modstandsdygtige bergarter indgaar flere steds i strandfladen. Exempelvis bestaar saaledes paa Vega en del af den store og flade mark ved Markaelven og strax søndenfor Rørø af granit; og paa Leka er den ganske flade og lave bræm, som omkredser de høie

serpentinfjelde inde paa øen, bygget dels af gabbro og dels af serpentin.*

Strandfladen, med tilhørende skjærgaardsbælte, er — temmelig sikkert paa grund af bræ-erosionen, *efter* strandfladens dannelse — gjennemskaaret af en hel del fjorde, som naar ned til et ganske stort dyb (200—300 m., undtagelsesvis 300—400 m.), dog i det hele og store ikke til saa stort dyb som fjordene inde i „fjordbæltet" (se s. 11 og 23). Inde i „strandflade-skjærgaarden" (fig. 8), hvor smaa-øerne eller holmerne ligger allertættest, er havet ganske grundt, i regelen kun paa nogle faa m.; undtagelsesvis finder man dog ogsaa her en del lidt dybere render, paa 50 m. og derover.

Som allerede af *Reusch* fremholdt, er strandfladen et *kyst*-fænomen. Dette maa præciseres med end større kraft, end *Reusch* tidligere har gjort, og specielt maa betones,

*at man inde i fjordene ikke engang har nogen antydning til nogen egentlig strandflade.***

I denne forbindelse maa forøvrigt erindres, at fjordene neppe existerede som saadanne, da strandfladen blev dannet.

Som *Reusch* aldeles rigtig har paavist, er strandfladen *et karakteristisk træk for Norges kyst, helt fra Lindesnæs til Nordkap.****

---

* Paa Vigten, længst nord i Trondhjems stift, er strandfladen for en væsentlig del bygget af arkæisk gneis og granit. Og paa Karmøen og omkring Haugesund hovedsagelig af gabbro-skifere. — Haarde og seige bergarter har altsaa ogsaa faldt som offere for abrasionen, men mest har det selvfølgelig gaaet ud over de løsere og blødere bergarter.

** Naar *Reusch* paa sit kart i Geologisk Aarbog for 1892—93 indtegner en strandflade i de indre fjorde i Tromsø amt, saa tror jeg, at dette ikke er rigtigt.

*** I en afhandling Om strandflaten (Archiv for Mathem. og Naturv. b. 17, 1895) har *A. M. Hansen* — i modsætning til *Reusch's* fremstilling — fremsat den paastand, at Jæderen og Lister ikke skulde indgaa som led i strandfladen. Heri er jeg ikke enig, og *Reusch* har efter min opfatning ret. — Ved Karmøen og Haugesund med omgivelser er strandfladen typisk udviklet og naar her en betydelig bredde; herfra fortsætter strandfladen i skjærgaarden og paa øerne helt ned til Stavanger, altsaa til nordenden af Jæderen; det vilde da være yderst urimeligt at forudsætte, at strandfladen nu pludselig

Indadtil er strandfladen i regelen nogenlunde godt begrænset. Paa søndre Helgeland fortsætter den saaledes ind til en linje, som i det hele og store forløber nogenlunde parallelt med kysten (se kart fig. 7), — og saa hæver fjeldmarken sig næsten med et.

At strandflade-abrasionen var af *gigantisk* natur, følger umiddelbart deraf, at abrasionsbæltet paa Helgeland med tilstødende del af det trondhjemske gjennemsnitlig er med rundt tal *45 kilom.* bredt. Hvor meget der er skrabet bort i høiden, er selvfølgelig vanskeligt at bestemme, navnlig fordi konfigurationen er bleven adskillig forandret *efter* strandfladens dannelse ved isens erosion. Alligevel kan man paa grundlag af karter og profiler faa en idé om, hvad slags maal der maa regnes med.

Paa næste side er gjengivet to profiler, det ene (det øverste) saa lidet schematiseret som maalestokken tillader — dog saa-

---

skulde ophøre, og at den lave og flade bræm, som Jæderen danner, skulde bero paa et geologisk ganske andet fænomen. — Noget andet er, at de yngre grusafleininger paa Jæderen ikke skyldes strandflade-abrasionen. — At fjeldet inden det flade forland lokalt hæver sig til større og mindre høide, saaledes som tilfældet flere steds er paa Jæderen, er ganske vanligt inden strandfladerne. — *A. M. Hansen* skriver videre, at abrasionsplanet fuldstændigt skal mangle mellem Jæderen og Lister; heri er jeg heller ikke enig, og skal specielt henvise til skjærgaarden udenfor Jøsingfjorden og til sletten ved Soggendals kirke; men strandfladen her er smal og lidet udpræget, hvad vistnok beror paa, at undergrunden her hovedsagelig er bygget af labradorsten, som er usædvanlig solid, med udpræget modstandskraft mod denudation og forholdsvis lidet opspaltet. Sandsynligvis af samme grund er strandfladen i det hele og store ikke i den grad udviklet i Lofoten som langs Helgelands kyst; ogsaa i Lofoten har man dog mangesteds en ganske god strandflade (ex. Røst, bygget af gneis; øen, 5.7 kilom.^{2} stor, er fuldstændig abraderet, med høieste punkt 14 m. o. h.; desuden i Borge og Buksnæs, paa Langøen osv).

Mellem Hammerfest og Nordkap optræder strandfladen som skjærgaardsbælte, ved Ingø, Gjesvær osv. — Ved Finmarkskysten øst for Nordkap synes strandfladen at mangle (eller at være udviklet submarin?); da jeg ikke har været paa stedet, kan jeg dog ikke udtale mig nærmere herom. Paa Østlandet, øst for Lindesnæs mangler strandfladen, eller den er ganske svagt udviklet; dette kan muligens (??) staa i forbindelse med, at havet her er (og var) temmelig indelukket.

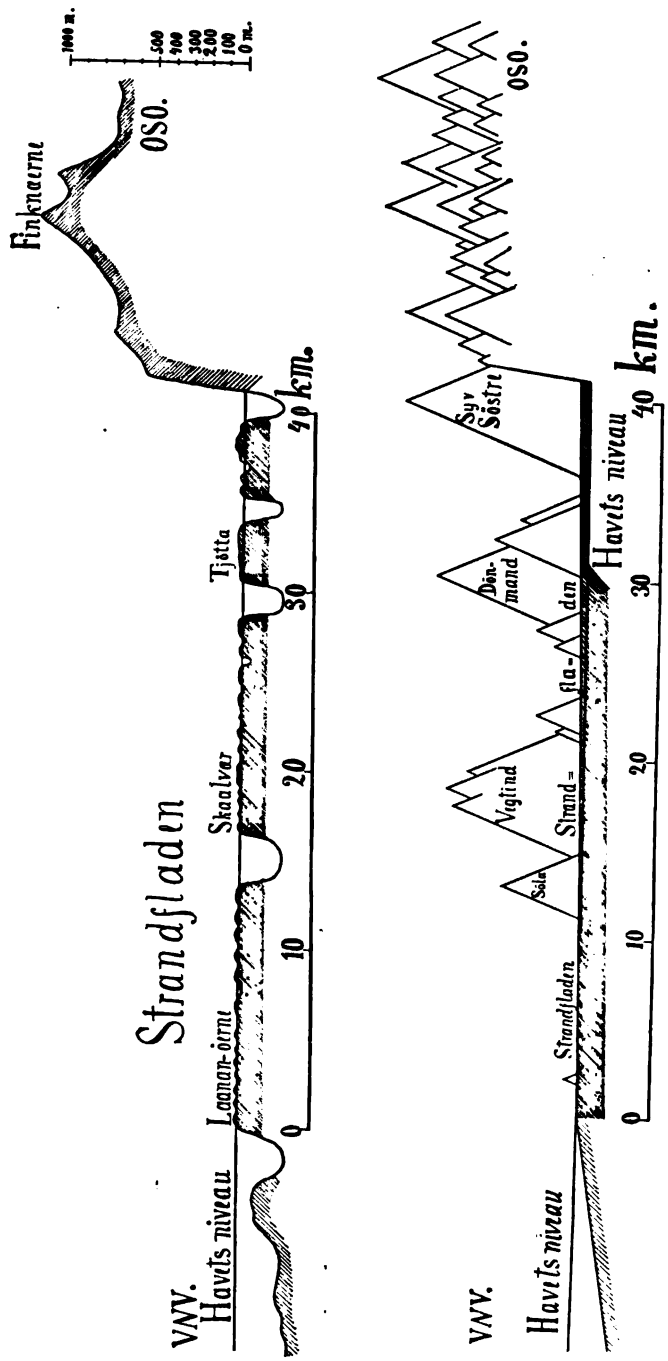


Fig. 10.
Profiler over strandfladen paa søndre Helgeland.

ledes, at høiden er tegnet 10 (ti) gange saa stor som længden; — det andet (det nederste) derimod schematiseret.

Det første profil er trukket normalt paa strandfladens længderetning, lidt syd for de Syv Søstre og nord for Vega nemlig fra de høie fjeldtoppe Finknæerne (1068, 1158 m. o. h.) i OSO over midtre del af Rødøen—Løvøen, søndre del af Tjøtta, Rosøen Skaalvær og herfra ud til Laanan-gruppen i VNV. — Udenfor Tjøttø eller Rosøen indgaar her i skjærgaarden ikke et eneste opstikkende fjeld, før man kommer med rundt tal 20 kilom. udenfor profillinjen.

Det schematiserede profil gjengiver den samme profillinje, — dog med den forskjel, at her er indprojiceret alle de i strandfladen optrædende fjelde, fra Torghatten i syd til Dønna i nord (cfr. kart fig. 7). Disse fjelde er indprojicerede i henhold til den beliggenhed, de indtager i strandflade-bæltet. Desuden er fjordene paa dette schematiske profil med forsæt udeladte, idet fjordene neppe existerede som saadanne, da strandfladen blev abraderet.

Umiddelbart *indenfor* strandflade-bæltet ligger fjeldpladen *ordinært* i en høide af med rundt tal *500 m.*, — muligens skulde man endog nærmest regne 500—600 m. Under dette niveau er inderoderet en hel del dale og fjorde, omvendt stikker ogsaa op en række fjeldtoppe, de fleste til en høide 600—900 m., en del til en høide 900—1000 m., og nogle ganske faa til en høide lidt over 1000 m.*

Ovenfor har vi godtgjordt, at fjeldpladen paa Helgeland regnet i de store drag skraaner *omkring 40 minutter* ud mod kysten. Det schematiske profil (fig. 10, nederst) godtgjør, at dette afhæld for de høie fjeldtoppes vedkommende fortsætter omtrent uforandret helt frem til udkanten af strandflade-bæltet.

Den ordinære fjeldmark blev ved strandflade-abrasionen fuldstændig nivelleret; derimod magtede abrasionen *ikke* at udslette

* Af de paa kartet fig. 7 indtegnede 89 fjelde umiddelbart øst for strandfladen ligger 8 i høide under 500 m., 13 i høide 500—600 m., 16 i høide 600—700, 18 i høide 700—800, 15 i høide 800—900, 8 i høide 900—1000 m., 6 i høide 1000—1100 m., og 3 over 1100 m.

de allerhøieste, af vældige granit- eller gneis-felter byggede fjeldpartier, og disse stikker derfor fremdeles frem omtrent til den høide, som de ifølge fjeldpladens skraaningsvinkel skulde indtage.

Regner man, at den *ordinære* fjeldmark-høide umiddelbart *indenfor* strandflade-bæltet kan sættes til 500 m., hvilket antagelig er lidt for lavt tiltaget, skulde den oprindelige ordinære fjeldmark-høide i den indre del af strandflade-bæltet kunne anslaaes til noget over 400 m.; den indre del af strandfladen ligger nu i en høide af 30—50 m.; —

der skulde altsaa her være abraderet med rundt tal 400 m. i høiden.

Længere ud i skjærgaardsbæltet, hvor strandfladen er endnu mere udpræget end i den indre del, blir den bortabraderede høide at anslaa til noget lavere maal.

Denne beregning er opgjort under den forudsætning, at isen i det hele og store afhøvlede den ordinære fjeldmark — heri ikke medregnet dalene og fjordene — omtrent med samme intensitet inde paa det svagt skraanende fjeldplateau som ude paa strandfladen; nogen væsensforskjel vil neppe have fundet sted.

Vi kan saaledes regne,

*at abrasionen paa søndre Helgelands kyst har skabt en strandflade af gjennemsnitlig bredde omkring 45 kilom., — og at abrasionen i den indre del af strandfladen har skrabet bort en oprindelig fjeldhøide af med rundt tal 400 m.**

Vi skal nu diskutere det spørgsmaal, naar denne abrasion fandt sted, og hvilke kræfter der her var virkende.

Da strandfladen strækker sig som en nogenlunde kontinuerlig og i de store drag horizontal bræm langs vort lands vestkyst, helt fra Lindesnæs til Nordkap, maa dens dannelse

* Dette maal anser jeg forøvrigt som et minimum. Meget mulig, at man istedenfor 400 m. skulde opføre 500 m., men ikke saa meget som 600—700 m. — For nordre Helgeland, vest for Svartisen, kan man vistnok regne mindst 500 m.

paa en eller anden maade staa i forbindelse med *havet*.* — Da strandfladen er begrænset til kysten og *ikke* fortsætter ind i fjordene eller de gamle dalløb, maa havets umiddelbare nedbrydende virksomhed, ved *brændingerne*, have spillet en væsentlig rolle, saaledes som navnlig udviklet af *Richthofen* i hans abrasionsstudier (se s. 42). Landet blev ikke i sin helhed denuderet til, hvad de amerikanske geologer har kaldt et peneplain; det var saaledes ikke de vanlige indlandsdenudationskræfter, som var de alene virkende. Thi i saa fald maatte man nødvendigvis gjenfinde strandfladen eller en anden hermed analog flade ogsaa i de gamle dalløb, men i virkeligheden ender strandfladen indadtil efter en i de store drag nogenlunde ret linje, parallelt med kysten.

Denne fremstilling maa dog ikke opfattes saaledes, som om jeg skulde paastaa, at havets brændinger var den eneste aktor, idet ogsaa rindende vand, frostsprængning, vind osv. osv. vil have været medvirkende. Exempelvis kan henvises til den af *Arch. Geikie* (The Scenery of Scotland, 1887) leverede beskrivelse af havets recente virkninger ved Skotlands kyst: brændingen underminerer ved fjeldets fod, og de høiere oppe virkende kræfter river fjeldet istykker, saa abrasionsarbeidet stadig kan skride videre og videre fremover.

Udtrykkelig skal pointeres, at der ikke kan øines nogen grund til at sætte strandflade-abrasionen i nogen kausal-forbindelse med is-erosionen, og jeg kan ikke slutte mig til den af *A. M. Hansen* (i Menneskeslægtens Ælde, s. 345) udkastede hypothese, nemlig at strandfladen skulde være væsentlig udarbeidet ved drivisens hjælp. Man erindre kun strandfladens dimensioner paa søndre Helgeland: bredde omkring 45 kilom. og afhøvlingen i den indre del med rundt tal mindst 400 m. i høiden.

---

* Strandfladen kan *ikke* forklares ved lokale indsynkninger eller forkastninger.

Som allerede af *Reusch* udredet, er strandfladen *isskuret**; den er altsaa dannet *før* den sidste nedisning. Herom kan der ikke være tvivl.

En sikker grænse nedadtil med hensyn til tiden erholder vi derigjennem, at Andøens juraformation, sammen med det tilgrænsende grundfjeld, indgaar i strandfladen. Denne maa altsaa være yngre end jura og yngre end den „Graben-Versenkung", som betinger, at juraformationen paa Andøen er vedligeholdt.

Forinden vi gaar videre, skal udtrykkelig betones, at *strandfladen* og de i fast fjeld indgravede *strandlinjer* er to forskjellige ting, som ikke maa konfunderes med hinanden**. Strandlinjerne er *yngre* end den sidste nedisning; strandfladen *ældre*. Ogsaa med hensyn til detaljerne ved dannelsen er de forskjellige: strandfladen skyldes i alle fald for en væsentlig del havets abrasion; strandlinjerne derimod mangler som bekjendt i regelen ude mod det aabne hav, men optræder i sund og fjordløb; den væsentligste faktor ved indgravningen var saaledes ikke havets brænding i forbindelse med de vanlige overvands-denudationskræfter, men temmelig sikkert frostsprængning og is-foden (se herom i det følgende).

Trods den forskjellige karakter kan det være ganske instruktivt at trække en parallel mellem kvantiteten af indgravningerne, paa den ene side af strandfladen og paa den anden side af de fra landets indsænkning ved den marine grænse

* Paa Helgeland gaar skuringsstriberne af landisen mod VNV à NV, altsaa omtrent lodret paa strandfladens længderetning.

** Flere af de tidligere forskere har henvist til omgivelserne af Torghatten og Brønnø som typisk exempel paa strandfladen, og *A. M. Hansen* sætter som vignet for sin afhandling „Om strandflaten" en (stærkt idealiseret) tegning af Torghatten. Den øvre linje paa denne tegning, i niveau med Torghat-hullet, hører dog *ikke* med til strandfladen, men er en strandlinje. Og selve Torghat-hullet er *ikke*, som *A. M. Hansen* paastaar (Menneskeslægtens Ælde, s. 111), et led i strandfladen, men et led i strandlinjen; herom henvises til den efterfølgende beskrivelse af Torghatten. — Den efter strandflade-abrasionen stedfundne is-erosion var vistnok saa mægtig, at den fuldstændig udslettede alle til strandfladen hørende huledannelser.

under istidens senere del stammende strandlinjer. Disse sidste er sjelden mere end 50 m. brede og den indre ryg sjelden høiere end 10 m.; tversnittet af indgravningen altsaa med rundt tal: $\frac{1}{2} \times 50 \times 10 = 250$ m.^{2}, hvilket endog er en maximal-angivelse. — Strandfladen paa Helgeland derimod: gjennemsnitlig 45 kilom. bred; den indre ryg (mindst) 400 m. høi; tversnittet af indgravningen altsaa med rundt tal: $\frac{1}{2} \times 45.000 \times 400 = 9.000.000$ m.^{2}, — det vil sige, over 35.000 gange saa stort som ved de nuværende strandlinjer*. Selv om disse tal i enkelthederne kan kritiseres — navnlig i disfavør af strandfladen, — faar man et levende indtryk af, at der kvantitativt regnet er en fuldstændig væsensforskjel mellem de to indskjæringsprocesser. Abrasionen af strandfladen maa have krævet hundreder eller tusinder gange saa lang tid som indhulningen af strandlinjerne.

Om strandfladens alder udtaler ***Reusch*** i den ovenfor citerede afhandling, at den sandsynligvis er ***præ***glacial, men antyder dog, at den kan være ***inter***glacial (eller begge dele): den østerrigske geograf prof. ***E. Richter*** (Graz) gaar i sin reiseskildring „Geomorphologische Beobachtungen aus Norwegen"** uden videre ud fra, at den skal være ***inter***glacial; og ***A. M. Hansen*** stiller op den hypothese, at strandfladen skal tilhøre den første istid (hans ***proto***glaciale istid), og specielt, at strandfladen i korthed kan opfattes som en „***proto***glacial strandlinje". Han tænker sig, at strandfladen skal være dannet netop paa den tid, da den protoglaciale is holdt sig inde i fjordene, og antyder som ovenfor nævnt muligheden af, at strandfladen skal være udgravet af drivis, — hvad dog ikke kan bringes i harmoni med strandfladens gigantiske dimensioner. Gjennemgaaende maaler *A. M. Hansen* strandfladen med altfor lavt maal.

---

* Naar *A. M. Hansen* (Menneskeslægtens Ælde, s. 345) sætter forholdstallet mellem setebredderne ved strandlinjerne og ved strandfladen som 1 til 10—15, saa giver dette ikke noget korrekt billede.

** Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien. 1896.

Tyngdepunktet i hans raisonnement synes mig at være følgende:

„Ægte skjærgaardsdannelser som de norske findes ubestridelig kun i isskurede land" (heri vil de fleste være enige). „Men med dette faktum for øie kommer man ikke fra, at denne sammenhæng maa være genetisk, at altsaa bræskuringen betinger skjærgaardsdannelsen. — — — — — — En genetisk forbindelse mellem storbræ og skjærgaardsdannelse kommer man ikke fra. Og i saa fald kan klarlig strandfladen — det rent overfladiske fænomen i skjærgaardens hud — *ikke* være *ældre* end den store istid".

Den sidste konklusion er efter min opfatning ikke berettiget, idet der kun bevises, at storbræen har eroderet strandfladen, saa skjærgaardskarakteren er fremkommet; men der bevises ikke, at abrasionen af strandfladen fandt sted samtidig med den protoglaciale tid.

Strandflade og isskuring hører ikke konstant sammen; saaledes mangler strandfladen f. ex. langs Sveriges østkyst og vestkyst, saavidt det fremgaar af beskrivelserne ogsaa paa Grønland og Island; ved disse kyster optræder vistnok isskuret skjærgaard, men saavidt hidtil kjendt ikke den f. ex. ved fig. 8 illustrerede *strandflade*-skjærgaard.

Den gang, isen naaede sin maximale udbredelse, strakte den sig paa Helgeland — idet ogsaa de yderste skjær er isskurede — udenfor strandflade-bæltet, temmelig sikkert ogsaa langt udenfor, nemlig til haveggen. Under denne tid blev strandfladen, hvis dannelse utvilsomt paa en eller anden maade har været en funktion af havet, ikke indgravet. Efter *Hansens* hypothese skulde strandfladen være abraderet netop under den periode, da den protoglaciale is kun naaede til fjordene og ikke som landis gik helt tilhavs; men at opstille en saadan samtidighed er rent vilkaarligt; og hans argument, at drivisen skulde have skaaret ud strandfladen, er ikke holdbart.

Strandfladen er *ikke* bleven abraderet under den periode, da isen *sidste* gang trak sig tilbage og kun naaede til fjord-

gabene; skjærgaarden er nemlig jævnt isskuret, og det ikke kun af enkelte isolerede gletschere, men af den endnu sammenhængende landis (se herom i det efterfølgende afsnit om skuringsstriberne).

Efter min opfatning kan der kun være tale om to alternativer: enten maa strandfladen være *inter*glacial, eller den maa være *præ*glacial.

Mod det første taler navnlig strandfladens *gigantiske* dimensioner; man erindre maalene fra søndre Helgeland: abraderet i bredde omkring 45 kilom. og i høide (mindst) omkring 400 m. Denne abrasion maa selvfølgelig have krævet en overordentlig lang tid, — og skjønsmæssig en længere tid end den (eller de) interglaciale tider. Faste data kan her ikke gives, — kun, at de hidtil kjendte interglaciale afleininger vistnok angiver en lang periode, men neppe saa lang, at man kan forklare sig en abrasion 400 m. dyb tildels gjennem haarde krystallinske bergarter.

Foruden strandfladens storslagne dimensioner har vi ogsaa et andet moment, som taler mod at henlægge den til nogen interglacial tid. — Som ovenfor omtalt, strækker strandfladen sig ikke ind i fjordene og fortsætter ikke engang et lidet stykke ind i fjordgabene (se kartet fig. 7 over mundingerne af Velfjorden, Vefsenfjorden, Rauenfjorden osv.). Dette kan vanskelig fortolkes paa anden maade, end at fjordene neppe existerede som saadanne, da strandfladen blev abraderet. Da fjordene i alle fald for en del maa være eroderede under den første istid, taler ovenstaaende mod at henlægge strandfladedannelsen til interglacialt tidsrum.

Vi blir følgelig, indtil videre og mere afgjørende argumenter irettelægges, staaende ved den opfatning, at strandfladen er præglacial, nemlig dannet i tertiær (neppe i kridt); dog kan den mulighed ikke ganske udelukkes, at den kan være interglacial. Det sidste tror jeg dog ikke.

Langs vestkysten af Skotland optræder en strandflade identisk med den norske. — *W. M. Davis* skriver herom,* at en hævet kystlinje, hovedsagelig betegnet ved klipper og bænke af fast fjeld, med enkelte bugter kan følges langs en større del af Skotlands vestkyst, i en høide af 20—25 fod over den nuværende havstand". Et fotografi illustrerende denne strandflade, fra Easdale, udviser en slaaende lighed med vor egen vestkyst.** Her har vi igjen en analogi mellem Norge og Skotland. — Det er muligt, at et fremtidigt detaljstudium af den skotske strandflade, som endnu synes at være lidet undersøgt***, kan bidrage til at kaste lys over den norske strandflades alder.

Under glacialtiden — eller i hvert fald under den sidste nedisning — blev strandfladen skuret og i det væsentlige udformet til dens nuværende habitus. *Men is-erosionen var ikke saa omfattende, at strandlinjens karakter blev udslettet.* Strandfladens overflade blev utvivlsomt ved isskuringen sænket noget; men naar man betænker, at strandfladen, efter at den var bleven skuret af landisen, fremdeles viser sig som en temmelig jævnt undulerende flade — med enkelte opstikkende nuter, som hverken strandflade-abrasionen eller den efterfølgende is havde kraft til at udslette — faar man det bestemte indtryk, at is-erosionen i det hele og store ikke har sænket strandfladen i særdeles væsentlig grad. Dette gjælder dog kun de partier af strandfladen, som blot blev eroderede af land-isen og ikke tillige af dalenes og fjordenes gletschere.

Hvor disse sidste skred frem, nemlig i de mange fjorde og fjordgab, der som dybe furer skjærer sig langt ned under strandfladen, har gletscher-erosionen utvilsomt spillet en overordentlig betydelig rolle.

* I Physical Geography, 1898.

** *Davis* har samtidig en fortrinlig tegning samt en træffende beskrivelse af den norske strandflade.

*** I *Arch. Geikie's* The Scenery of Scotland (1887), — hvor den recente hav-abrasion langs Skotlands kyst er udførlig skildret — findes saaledes ikke nogen oplysning om den skotske strandflade.

Man kan neppe antage, at landis-erosionen i det hele og store afhøvlede strandfladen mere end f. ex. et halvt hundrede m., eller maal af lignende natur.* — Skulde afhøvlingen af fladen i sin almindelighed have gaaet op til saa meget som f. ex. flere hundrede m., vilde man neppe kunne forklare, at de titusinder, tildels af *forskjellige* slags bergarter bestaaende holmer og skjær i det ydre skjærgaards- eller strandflade-bælte, alle naar op til omtrent samme høide.

Den høist eiendommelige, for Norges vestkyst og navnlig for Helgeland saa karakteristiske strandflade-skjærgaard (se fig. 7 og 8), der undertiden naar en bredde paa flere mil, beror paa *to* af hinanden uafhængige faktorer, nemlig *først en abrasion og senere en is-skuring*. — Abrasionen skabte horizontaliteten af de titusinder skjær og holmer, og isskuringen skabte den endelige habitus, med roches moutonnées, skjærenes længderetning efter bergarternes strøg, indgravningen af fjordene, osv.

Under den periode, da strandfladen dannedes, *laa landet noget lavere end nu*. Dette følger umiddelbart deraf, at strandfladen nu ligger i høide 0 til 30 à 50 m. over havet, og at is-erosionen har sænket strandfladen med adskillige m.

Paa Helgeland, hvor der er en niveauforskjel mellem det øverste strandlinje-trin og strandfladen, stor med rundt tal 50—75 m. for strandfladens indre og 75—100 m. for dens ydre del, laa landet under strandflade-abrasionen temmelig sikkert ikke fuldt saa lavt som den gang, da de øverste strandlinjer blev indgravede. Strandfladen er os altsaa et vidnesbyrd om, at landet sandsynligvis maa have været udsat for *niveauforandringer* i tiden mellem strandflade-abrasionen og strandlinje-indgravningen.

Denne niveauforandring artede sig for Helgeland som en *synkning*, — for andre dele af landet derimod muligens som

* Ifølge en rent approximativ beregning af prof. *A. Helland* (Ueber die glacialen Bildungen der nordeuropäischen Ebene, i Zeits. d. deutsch. geol. Ges. 1879) skal det erratiske materiale i Sveriges og Finlands aflagringsfelt (Rusland, Østtyskland) være tilstrækkeligt til at fylde alle sjøer i Sverige og Finland (inkl. Østersjøen) og desuden forhøie det faste land med omkring *25 m.*

en *hævning;* det sandsynlige er, at landet til enkelte tider er bleven sænket, til andre tider hævet.

Strandfladen naar baade i det sydlige Norge (f. ex. ved Karmøen—Haugesund med omgivelser) og i det nordlige Norge i det hele og store op til omtrent samme niveau, nemlig i strandfladens indre del med rundt tal et snes eller et halvt hundrede m. o. h.; i den aller nordligste del af landet (Vesteraalen—Nordkap) ligger dog strandfladen muligens netop i havets niveau eller kanske lidt lavere. Vort land har altsaa efter abrasionen af strandfladen *ikke* undergaaet forskyvninger eller forkastninger af gjennemgribende natur; det kan saaledes ikke — ude ved den lange vestre kyst — være bleven løftet eller sænket i hundredevis af m. mere i det sydlige end i det nordlige, eller omvendt. Dette staar ikke i modstrid med, at den postglaciale hævning er større i det trondhjemske end i Tromsø—Finmarken, og større i det indre af landet end ved kysten. Disse forskyvninger naar ikke op til flere hundrede m.; hertil kommer, at de forskjellige maal for den postglaciale hævning i syd og nord samt ved kysten og inde i landet, muligens kan forklares derved, at selve indsynkningen under en vis periode af istiden fandt sted under en liden skraavinkel, paa en eller et par minutter.

Strandfladen lærer os tilslut, at vort land under et *overordentlig langt* geologisk tidsrum — efter min opfatning, *før* istiden — laa *over* havet. Under dette lange tidsrum — og under endnu tidligere geologiske perioder — var fjeldgrunden udsat for det store komplex af denuderende kræfter, ved rindende vand, vind osv. osv.; og herved blev lagt fundamentet for landets relief. Senere kom isen, som afhøvlede overfladen og grov de allerede existerende indskjæringer endnu dybere.

Tilbageblik.

Naar fraregnes en ganske liden snip af grundfjeld, — som stikker frem længst mod sydvest inden vort kartomraade,*

* I ydre Bindalen mellem Kjella og Lekafjorden, og videre nordover til Torghatten.

(fig. 1), og som danner den sidste nordlige udløber af det store grundfjeldsfelt i Romsdalen og den ydre del af det trondhjemske, — er søndre Helgeland i sin helhed bygget af de cambrisk-siluriske (tildels kanske ogsaa algonkiske) fjeldformationer, med tilhørende eruptiver (se indledningen og s. 2—3). Herved forudsættes, at de paa *Dahlls* geologiske kart over det nordlige Norge afsatte gneispartier i Børgefjeld og ved Oxtinderne er at opfatte som en yngre gneisafdeling.*

Fjeldformationerne med tilhørende eruptiver har i det midtre og nordlige Norge, med tilgrænsende dele af Sverige en bredde paa oftest 200—250 kilom. At bredden oprindelig maa have været adskillig større, fremgaar deraf, at man længere mod vest endnu har opbevaret flere (indsunkne?) partier af fjeldformationer, saaledes i Lofoten—Vesteraalen, paa Hitteren—Smølen, Søndfjord osv.

Helt fra 62° til 69° n. br., i en længde af med rundt tal 1000 — tusind — kilom., følger ***vandskillet mellem vest og øst*** eller ***fjeldkjædens høieste drag*** i det hele og store temmelig nøiagtig langs efter ***fjeldformationernes midtlinje.*** Dette kan neppe bero paa andet end derpaa, at ***den oprindelige fjeldkjæde her i det væsentlige havde sin hovedaxe eller sin kulminationslinje.***

Endvidere synes det heraf at være berettiget at drage den slutning, at landet i de lange geologiske perioder efter bergkjædefoldningen (sandsynligvis i den midtre eller senere del af den palæozoiske tid), men før istiden, ikke kan have været fuldstændig denuderet ned til et peneplain eller base level (havets niveau). I saa fald vilde det nemlig være en tilfældighed, at 1) fjeldformationerne nu danner den store fjeldkjæde, helt fra det sydvestlige Norge og til omegnen af Hammerfest—Nordkap, og 2) at vandskillet paa hele denne

* Disse partier har jeg ikke havt anledning til at besøge. Derimod har jeg ved mine undersøgelser godtgjort, at de andre gneisafdelinger paa søndre Helgeland, som *Dahll* har afsat som grundfjeld, i virkeligheden ikke er arkæiske, men henhørende under de yngre, dynamometamorfoserede fjeldformationer (se herom s. 5 og 30).

lange strækning, gjennem 7 eller 8 breddegrader, i det hele og store falder sammen med den *midtre* del af fjeldformationerne. — Her kan udtrykkelig paapeges, at fjeldformationernes bergarter i det hele og store ikke har større modstandsevne mod denudation end grundfjeldsbergarterne; skulde der være nogen forskjel, maatte snarere de sidstnævnte have forrangen.

Fjeldpladen paa søndre Helgeland danner nu i det hele og store et nogenlunde jævnt afhældende, af dybe furer gjennemskaaret skraaplan, med gjennemsnitlig hældningsvinkel *omkring 40 minutter* ud mod kysten. De store furer — altsaa dalene, pasovergangene, indsjøerne og fjordene — er gjerne indskaarne for dalenes og pasovergangenes vedkommende omkr. ¾—1¼, oftest 1 kilom. lavere end toppen af de nærmest omgivende fjelde; for de store indsjøer (Røsvand) og for fjordene stiger indskjæringens dyb til oftest 1—1¾, gjennemsnitlig omkring 1¼—1½ kilom. Længere nord i det nordlige Norge har man indskjærings-dyb helt op til 2, kanske endog op til 2¼ kilom.

De høieste fjelde er hovedsagelig byggede dels af yngre gneis og dels af granit, gabbro og serpentin, som alle har høi modstandskraft mod denudationen. Fjeldhøiderne afhænger dels af afstanden fra kysten og dels af det areal, som de mod denudation modstandsdygtige bergarter indtager. — Graniten, gabbroen og serpentinen (omvandlet peridotit) er som bekjendt *i dybet* størknede eruptiver, hvis udbrud for den væsentligste del fandt sted samtidig med fjeldkjædefoldningen. Hvor meget der i tidernes løb er afgravet *over* toppen af de høieste fjelde, kan ikke bestemmes, — kun, at det maa have været meget betydelige beløb. Naar man tager med i betragtning, at dageruptiver ikke er paaviste inden vort kartomraade, — utvilsomt, fordi de til dybbergarterne henhørende dageruptiver er fuldstændig borteroderede, — at mange af de høieste fjelde helt til tops er dannede af *dybe*ruptiver, — videre, at toppen af fjeldspidsene paa grund af denudationsindvirkningen nu ligger i et nogenlunde jævnt skraaplan, maa man drage den

slutning, at der over toppen af de høieste fjelde gjennemsnitlig maa være borteroderet i alle fald *mindst* 1 kilom.; antagelig handles der om adskillig større beløb. Gaar vi, hvad jo forøvrigt er rent vilkaarligt, ud fra 1 kilom., skulde de store dale være udgravede til dyb omkring 2 kilom. og fjordene til dyb omkring 2½ kilom. under den oprindelige overflade. Sandsynligvis betegner disse maal kun et minimum.

Hvad vi nu nede i dalbundene observerer, er kun den indre, et par eller antagelig endnu flere kilom. under den oprindelige overflade liggende del af den oprindelige bergkjæde. *De i dalløbene optrædende dynamometamorfoserede skifere blev altsaa foldede paa et dyb af et par eller flere kilom.* Hermed maa sættes i forbindelse de forholdsvis jævne og regelmæssige strøglinjer; exempelvis kan henvises til Vefsendalen med Svenningdalen, hvor de mægtige kalklag flere steds kan følges næsten snorlige i en længde af 20, 25 og 30 kilom., kanske endnu mere. — Kontrasten mellem foldningsforholdene paa den ene side i de Helgeland'ske dale og paa den anden side f. ex. i toppen af Alpernes fjelde er ganske stor.

De store, for Nordlands orografi saa karakteristiske længde- eller strøgdale er for en meget væsentlig del udgravede efter de mægtige kalklag. Det, som har skabt disse dale, er i sin almindelighed *ikke* forkastninger eller indsynkninger, men den omstændighed, at kalkstenene har været lettere at erodere end de omgivende bergarter.*

Den allervæsentligste del af den storartede denudation, som har skabt det nuværende relief, fandt temmelig sikkert sted gjennem de kolosalt lange tidsrum efter bergkjædefoldningen, men *før* den glaciale tid, altsaa gjennem den senere del af den palæozoiske tidsalder, derefter gjennem den mesozoiske tidsalder og tilslut gjennem tertiær.

* Andøens jurafelt ligger i en stor „Graben-Versenkung" (se s. 7), og lignende indsænkninger findes antagelig ogsaa paa Helgeland, om de end ikke hidtil med sikkerhed her er iagttagne.

At landet i alle fald gjennem en meget væsentlig del af disse tidsrum maa have ligget *over havet*, fremgaar deraf, at yngre afleininger (yngre end devon, men ældre end kvartær) som bekjendt hertillands mangler, — undtagen netop paa Andøen. Jurafeltet her — som oprindelig vil have havt en betydelig større udbredelse end nu — hviler *direkte paa grundfjeldet*. Dette kan forklares *enten* derved, at landet laa over havet helt fra bergkjædefoldningen og til jura, — *eller* derved, at der i mellemtiden først blev afsat nogle afleininger, men at saa disse senere blev borteroderede. Dette sidste forudsætter dog igjen en betydelig denudation, under en periode, da landet laa paa det tørre.

For den efterfølgende tid har vi i den *post*jurassiske strandflade-dannelse et vidnesburd om en vældig abrasion, for en ikke uvæsentlig del beroende paa *havets* nedbrydende virksomhed. Ovenfor har jeg fremført de grunde, der efter min opfatning — og i tilslutning til *Reusch's* tidligere fremstilling — taler for, at denne storslagne abrasion antagelig var *præ*glacial. Den maa sandsynligvis henlægges til tertiær, i hvert fald til en tid, da havet naaede umiddelbart til kysten, uden spærring af nogen landis, som strakte sig ud over havet.

Under de lange, lange perioder før istiden, da landet laa over havet, udførte erosionen ved rindende vand, vind osv. osv. det store denudationsarbeide. Senere kom bræ-erosionen, som afsluttede denudationsarbeidet og i det væsentlige skabte det nuværende relief.*

De for Nordland saa karakteristiske længdedale, med tilhørende tverdale, afgiver et direkte vidnesbyrd om, at de grundlæggende drag i morfologien skyldes rindende vand, og ikke isen (se s. 34). Hvis bræ-erosionen skulde have været den væsentligste faktor til bestemmelsen af fundamentet for landskabets relief, maatte man have ventet, at dalsænknin-

* Mangesteds i vort land kan paavises en forholdsvis betydelig *post-glacial* elve-erosion; dette fænomen har efter min opfatning jævnlig været mindre paaagtet, end det efter sine dimensioner fortjener.

gerne skulde have forløbet nogenlunde normalt paa fjeldkjædens længderetning; men det gjør de ikke.

Foruden dette længde- og tverdals- system har vi i strandfladen et andet morfologisk element, som lærer os, at bræ-erosionen — eller i alle fald, hvis det skulde vise sig, at strandfladen mod formodning er interglacial, den *sidste* bræerosion — har havt sin begrænsning. Ved den efter den store hav-abrasion stedfundne is-erosion blev strandfladen afhøvlet og udformet til sin nuværende karakter; men strandfladen blev ikke udslettet af isen.

Endskjønt saaledes det væsentligste denudationsarbeide efter min opfatning blev udført før istiden,* maa selvfølgelig ogsaa bræ-erosionen tillægges en meget vigtig rolle. Dalene har faaet den bekjendte U-konfiguration; og videre maa det antages, at de store fjorddyb for den væsentligste del skyldes isens erosion. En hel række forskjellige grunde herfor er som bekjendt for vort lands vedkommende tidligere sammenstillet af prof. *A. Helland*, til hvis arbeider herom henvises. For Helgelands vedkommende skal kun paapeges, at fjordene, her som ellers i landet, gjennemgaaende udmærker sig ved meget betydelige dyb, — at fjordene er dybere i den indre og midtre del end længere ude, — og at de dybe fjorde (samt Røsvandet) utvilsomt er virkelige klippebassiner. Videre er at tage med endnu et moment, nemlig at indskjæringsdybet (under de høieste nærmest omgivende fjelde) er noget større ved fjordene end ved dalene: for fjordenes vedkommende handles der paa Helgeland om indskjæringsdyb paa gjennemsnitlig 1¼—1½ kilom., for dalene, herunder ogsaa for dalene i den nedre del, strax før udmundingen i fjordene, derimod kun om indskjæringsdyb paa omkring 1 kilom. Forskjellen, nemlig gjennemsnitlig regnet omkring 300—400 m., angiver, at de store fjorddyb maa bero paa en særskilt

* Hvis strandfladen skulde være interglacial, maa her istedenfor istiden sættes den sidste istid.

erosionsvirksomhed; og da ligger det allernærmest at tænke paa gletschernes virksomhed.

Som ovenfor nærmere udredet, skyldes den karakteristiske „*strandflade*-skjærgaard" (fig. 7, 8, 10) langs Vesterhavet en kombination af to faktorer, — først en vældig hav-abrasion, som skabte horizontaliteten, og senere isens virksomhed, som afhøvlede strandfladen til det nuværende relief.

Søndre Helgelands kvartærgeologi.

Af

J. Rekstad og J. H. L. Vogt.

Afsnittene om de lavere terrassetrin med de i samme optrædende fossiler samt om hulerne (med undtagelse af Torghatten), er udarbeidede af *Rekstad;* de øvrige dels af *Rekstad* og *Vogt* i fællesskab og dels af *Vogt* alene.

Skuringsstriber og endemoræner.

Skuringsstriber. I nogenlunde „fri situation", nemlig hvor isens bevægelsesretning ikke i altfor sterk grad er bleven paavirket af dybe dale og fjorde eller af høit opstikkende fjelde, viser skuringsstriberne paa Helgeland retning mod V 10°—60° N, med gjennemsnit omkring VNV; o: *lodret paa fjeldkjædens længderetning eller paa kystlinjen.* — Isens bevægelsesretning kan konstateres saavel paa fladlandet (strandfladen) ude ved kysten som oppe paa fjeldplateauerne i den indre del af landet.

Særskilt skal omtales nogle (af *Vogt* foretagne) maalinger af skuringsstriberne paa fjeldryggen mellem Vefsendalen og Eiteraadalen, vest for Laksfors; paa det østre afhæld af fjeldryggen, som stryger omtrent syd til nord, er skuringsstribernes retning V 35—40° N; nærmere mod høidepunktet af den temmelig flade fjeldryg møder vi først retning V 20—30° N og senere V 15—20° N; næsten det hele fjeld er her dækket

med striber, saa det var let at faa nøiagtige maal. — Forskjellen mellem skuringsstriberne paa det østre afhæld og paa den flade fjeldmark kommer utvivlsomt deraf, at fjeldryggen har bevirket en afbøining af isens bevægelsesretning.

Nede i de trange dale eller de dybe fjorde forløber skuringsstriberne parallelt med indsænkningernes længderetning; man kan her foretage aflæsninger inden næsten alle mulige retninger paa kompasrosen, mellem SV, VSV over V, VNV NV og helt til N eller NNO.

Paa kartet fig. 11 er afsat en del skuringsstriber i nogenlunde „fri situation"; vi har derimod fundet det overflødigt at indtegne skuringsstriberne i bunden af dalene og langs fjordene.

Endemoræner (af *Vogt*). Af gamle endemoræner er paa Helgeland iagttaget følgende:

Ved Bindalens kirke (Vatsaas) og ca. 4 kilom. længere mod ONO ved Heilstad; beggesteds ganske store endemoræner, med længderetning ONO—NO.

Tvivlsomme moræner ved Øxningen og ved Heimen—Hopen, foran Flo-vandet; begge i Bindalen.

Meget stor moræne *foran Lysfjordvandet* (ɔ: NV og N for vandet), paa østsiden af Kjellafjorden i Bindalen; morænen, som at dømme efter kartet næsten er 100 m. høi, benævnes „Lysfjord-Manen" (ifølge *C. Stabell*).

I *Bjørnaadalen* ca. 15 kilom. søndenfor Mosjøen; en mindre endemoræne ved nordenden af Store Bjørnaavand, og en lignende mindre moræne ved nordenden af Øvrevand, et par kilom. søndenfor *Fokstad*. Bræerne har her bevæget sig efter Bjørnaadalen (hvor landeveien fra Mosjøen til Svenningdalen gaar), i retning fra syd mod nord.

I *Drevjebygden og ved Ømervandet;* en ganske bred tvermoræne øverst i Drevjebygden, mellem Perjord—Kommermoen og Ømervasbugten ved Ømervandet; en tilsvarende moræne nær gaarden Hatten lidt nord for Ømervandet. Skuringsstriberne angiver, at bræen her bevægede sig ned dalføret fra

Luktvasli til Hatten (fra NO til SV), derpaa *ikke* efter det nuværende dalløb fra Ømervand til Mjaavand, men i retning mod VSV fra Ømervandet over i Drevjebygden.

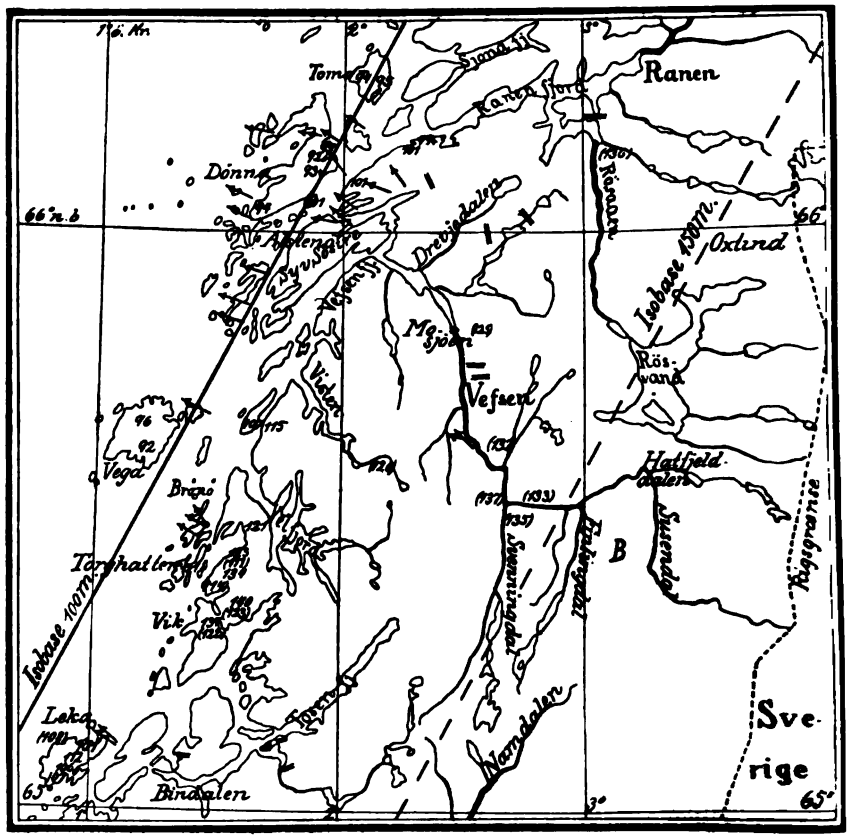


Fig. 11.

Oversigtskart over Søndre Helgeland, udvisende:

a) de i fast fjeld indgravede strandlinjer (ved kysten) og de høiest liggende terrasser (inde i landet) samt isobaserne for 100 og 150 m.

Strandlinjernes og terrassernes høide angivet i m. — Hvor der helt ude ved kysten lige ved hinanden er afsat to tal, det mindste i parenthes, repræsenterer disse de to nær hinanden optrædende strandlinjetrin. — Terrasserne inde i landet er angivne ved parenthes, ex. (137). — Et par huler nær den marine grænse angivne ved høiden i meter samt streg over tallet, ex. $\overline{94}$.

b) skuringsstriber, i nogenlunde fri situation.

c) moræner, betegnede ved en række af smaaringe, med en linje paa hver side.

Ved *Finneidet mellem Sørfjorden og Finneidfjorden i Sørranen, Hemnæs;* meget stor endemoræne, foran den bræ, som kom ned Røsaadalen fra Røsvandet; morænen spærrer tvers over den tidligere fjord og forbinder den halvø, som Hemnæsbjerget ligger paa, med fastlandet. Uden denne moræne vilde denne halvø være en fuldstændig omflydt ø. Denne moræne naar omtrent ligesaa betydelige dimensioner som de store Sulitelma-moræner, ved Finneide—Leifsæt og mellem Øvre- og Nedrevand i Skjærstad i Salten.

Nær den *NV-stre fod af de Syv Søstre* findes flere moræner, foran de fra botnerne i de Syv Søstre kommende smaabræer.

Ind for bunden af *Leirfjorden* i Alstahaug prestegjæld ligger der foran Storvandet en betydelig endemoræne, som tildels overdækkes af vasket grus, saa dens overflade faar form af en terrasse. Dens top ligger 66 m. o. h., saa havet har staaet over den og givet den terrasseform (ifølge *Rekstad*).

Alle disse endemoræner har ligget foran gletschere eller bræer i dal- og fjordløbene. Nogen endemoræne — svarende f. ex. til Smaalens- og Tønsberg-raerne — foran den kompakte, ikke til enkelte gletschere opdelte indlandsis er ikke paavist og findes temmelig sikkert heller ikke, idet landets konfiguration var altfor ujævn.

Undersøgelserne over skuringsstriberne og morænerne godtgjør, at landet — saaledes som man jo ogsaa paa forhaand maatte vente — først var dækket af en mægtig landis, med bevægelse omtrent normalt paa fjeldkjædens og kystlinjens hovedretning; senere, under afsmeltningen, gik der i alle de mange dal- og fjordløb ned en hel række enkelte gletschere, som gav anledning til dannelsen af de spredte endemoræner.

I de Syv Søstre ligger *bunden af botnerne* i en høide af 450—480 m. o. h.

Strandlinjer og de høiest liggende terrasser; den marine grænse.

De høiest liggende strandlinjer.

Strandlinjerne ved mundingen af Ranenfjorden, paa Dønna, ved Forvik samt de fleste linjer i Vik og Brønnø er maalt af *Rekstad*; linjerne paa Leka og Vega samt en enkelt i Vik af *Vogt*. — Ved *Rekstads* maalinger benyttedes dels aneroidbarometer og dels Wredes speil, idet afstanden fra observationspunktet til strandlinjen nøiagtig afmaaltes af kartet (i maalestok 1:50.000); hvor det var muligt, benyttedes til kontrol begge bestemmelsesmaader. *Vogts* maalinger er alle udførte med aneroidbarometer. — Som nulpunkt (havets stand) regnedes dels middelvandstand (midt mellem flo og fjære), dels tangranden. — Ved maalingerne bestemtes altid barometerstanden ved havet baade straks før og straks efter observationerne ved strandlinjerne; trods anvendt omhyggelighed gjør dog maalingerne ikke krav paa større nøiagtighed end ± 5 m., og flerested kan der vistnok være endnu større afvigelser fra det rette.

I det følgende medtages ogsaa nogle af professor *H. Mohn* i 1875 foretagne og i hans arbeide „Bidrag til Kundskaben om gamle Strandlinjer i Norge" (Nyt Mag. f. Naturv., bind 22, 1877) offentliggjorte maalinger af strandlinjer, paa Leka, Torghatten og Tomma; maalingerne udførtes med sekstant, fra dampskib.

De paa søndre Helgeland, hovedsagelig langt ude ved kysten og i de ydre fjordgab, optrædende strandlinjer er oftest *indgravede i fast fjeld*, nemlig paa Leka i gabbro og serpentin, paa Vega, Havnøen, ved Forvik og paa Skorpen i presset granit; ved Ranenfjordens munding dels i granit og dels i krystallinske skifere, og i Brønnø og Vik hovedsagelig i krystallinske skifere. Paa flere steder, saaledes paa Leka og i Vik og Brønnø, observeredes to nær over hinanden beliggende linjer; den indbyrdes afstand mellem disse maaltes af *Vogt* paa Leka til mindst 7, kanske 8—9 m., og af *Rekstad* i Vik og Brønnø til resp. 12, 15, 17 og 17 m.

Vi skal først gjennemgaa **strandlinjernes høide over havet.**

Leka (ude mod havet, i Nordre Trondhjems amt og kun et ganske lidet stykke søndenfor den søndre grænse af Nordlands amt).

Strandlinje i øens søndre del, mellem Haug og Vaagan i dalsænkning under Lille-Lekafjeldet . . . *106 m.*

Den øverste, af rullestene dannede strandvold sees her 2 m. høiere end selve den i fast fjeld indgravede strandlinje, altsaa i en høide af 108 m.; enkelte mere spredte rulleblokke endnu et par m. høiere op, til ca. 110—112 m.

Strandlinjer flere kilom. lange paa begge sider af dalsænkningen op til Næsvandet; øverste strandlinje i høide *112 m.*

Desuden i samme dalsænkning et strandlinje-trin mindst 7, antagelig 8—9 m. lavere, altsaa i høide ca. 103 m.; den øverste, af rullestene dannede strandvold findes 6 m. over den øverste i fast fjeld indgravede strandlinje, altsaa i høide 118 m.

Paa udsiden af Leka saaes ikke nogen i fast fjeld indgravet strandlinje; derimod maaltes her, søndenfor gaarden Kvalø, den øverste vold af rullestene til høide 113 m. Strandlinje-niveauet skulde efter dette, idet vi herom henviser til det følgende, kunne sættes til *ca. 108 m.*

Ifølge *Mohn*, strandlinje paa sydsiden af Leka . . *107 m.*, ligeledes paa nordsiden af Leka . . . *107 m.**

Vega (den allerlængst ude mod havet beliggende større ø).

To strandlinjer, en paa hver side af dalsænkningen ved Vika . . . *92 m.*

Ligeledes to strandlinjer, en paa hver side af den flade dal til Moen og begge et par kilom. lange, paa østsiden af Gulsvaagfjeld og nordsiden af Vegtind . . . *96 m.*

Disse strandlinjer er dels indgravede i fast fjeld, dels bestaaende af store rullestensvolde.

Vik og Brønnø (de efterfølgende strandlinjer paa en enkelt undtagelse nær maalt af *Rekstad*).

Langs øst- og nordsiden af Mardalsfjeld i Vik, anneks til Brønnø, er der en særdeles fremtrædende strandlinje i fast berg (yngre gneis) 3—4 km. lang i en høide af *114 m.* 17 m. over denne er der en mindre fremtrædende strandlinje.

* Først et halvt aar efter, at mine maalinger var foretagne, er jeg bleven opmerksom paa den paafaldende nøie overensstemmelse med *Mohns* angivelser (*Vogt*).

2—3 km. længere mod øst langs østsiden af Malmsfjeld optræder der paa en strækning af 3 km. to parallele strandlinjer, den øverste i en høide af *139 m.* og den laveste, som er den mest fremtrædende, *122 m.* Den øverste er i hele sin udstrækning indgravet i fast berg (yngre gneis), medens det nordlige parti af den laveste er en terrasse i niveau med strandlinjen søndenfor i fast berg. Ved sigt med Wredes speil fra denne terrasse synes den laveste strandlinje i Mardalsfjeld at ligge i samme niveau som den i Malmsfjeld.

I vestsiden af Lysingen i Vik er der to parallele strandlinjer indgravede i granit, den øverste i høide af *140 m.* og den laveste i *123 m.*

Op for l. Reinfjord begynder 2 parallele strandlinjer, som strækker sig herfra i NNO-retning omtrent 4 km. langs fjeldsiden. For det meste er de indskaarne i fast berg (yngre gneis), men enkelte steder, hvor aaer kommer ned, fortsætter de som terrasser i samme niveau. Den øverste ligger i en høide af *134 m.*, den laveste i *119 m.*

De sees bedst fra sydskraaningen af Hestfjeld.

Fra veien nedenfor Røirmarken sees der i østsiden af Hestfjeld to parallele strandlinjer, der synes at ligge i samme høide som de ved l. Reinfjord.

Langs østsiden af fjorden har man fra Trælnes til Skomo en strandlinje-række væsentlig i fast berg (krystallinske skifere). Op for Vedal fandtes høiden at være *123 m. o. h.*

Paa strækningen mellem Vedal og Skomo er der et lavere strandlinje-trin i *111 m. o. h.*

Rundt toppen af Kverntinden ved Skilbotn er der en særdeles fremtrædende strandlinje i en høide af *121 m.*

Fra strandlinjen og nedover viser fjeldet her hele og afrundede former, medens det, som er ovenfor den, viser sig stærkt opsprukket med skarpe pigge og takker.

Herfra sees en storartet strandlinje-række i samme niveau som den rundt Kverntinden (Wredes speil). Den strækker

sig i en halvkreds fra op for Skomo langs Staklitinden, Salbuhatten, Gaasheitinden, Ramtinden og Tilremshatten.

Om Torghatten se senere.

Langs Velfjordens sydvestre side kan en strandlinje væsentlig i fast berg følges fra Lund til Skomoviken, en strækning paa omkring 10 km. Antagelig ligger den i samme høide som den ovenfor nævnte strandlinje-række fra Skomo til Tilremshatten.



Fig. 12.
To parallele strandlinjer mellem Vedal og Skomo i Brønnø, den øverste 123 m. o. h., den laveste 111 m.

Tjøtta prestegjæld. Sydligst i dette prestegjæld har man langs den nordøstlige side af Velfjorden en ikke meget fremtrædende strandlinje i granit, paa strækningen fra Andalsvaagen til Oknes.

I Havnøfjeldet er der indskaaret en meget fremtrædende strandlinje i graniten her langs fjeldets syd- og østside i en høide af *107 m.*

Langs østsiden af Vevelstadsundet har man igjen en strandlinje dybt indgravet i graniten paa strækningen fra op for Brødløs til op for Forvik, i en længde af omkring 5 km. Dens høide fandtes at være *115 m.*

Dønna. Paa den ned mod havet vendende side af Dønna kunde ikke strandlinjer observeres, derimod optræder her flere huler i et niveau (*94 m. o. h.*), som svarer til strandlinjernes.

Omtrent 1 km. SV for gaarden Holand paa Dønna stiger en skraanende strandflade op til en vold af store rullede stene



Fig. 13.
Strandlinje mellem Forvik og Brødløs i Tjøtta prestegjæld.
115 m. o. h.

i en høide af *93 m.*, og omtrent 2 km. længere mod nord ved Hildset har man en strandlinje i fast berg i *92 m.*

I østsiden af Gulstadfjeld paa Dønna sees fra Kobberdal en fremtrædende strandlinje indgravet i gneis; høide *95 m.*

Paa den lille ø Skorpen, som ligger mellem Dønna og Sandnessjøen, har man langs øens øst- og sydside en strandlinje i fast berg (granit) i en høide af *101 m.*

Paa sydsiden af øen er der et par huler i niveau med strandlinjen.

Nesne. Fra Angersnæs i Alstahaug til Fagerviken i Nesne er der langs sydsiden af Ranenfjorden en strandlinje dels i krystallinske skifere og dels i granit. Den har en længde af 10 km. og ligger i høide *101 m.*

Nord for Fagerviken ved Brunesset hæver en bred skraanende strandflade sig op til en mægtig vold af store rullede stene i en høide af *99 m.* Ved Angersnæs ligger der nogle huler i samme niveau som strandlinjen her.

Paa østsiden af Tomma er der en strandlinje af henimod en kvartmils længde i en høide af *95 m.* (efter *Mohn*).

I den indre del af *Holandsfjorden* (nær ved polarkredsen, nordenfor vort kartomraade) har *Rekstad* tidligere maalt tre strandlinjer, til høide: ved Rendalsvik paa sydsiden af fjorden *102 m.*, ved Braset paa nordsiden *98 m.* og længere inde ved Enga *102 m.* (Archiv for Mathem. og Naturv. b. 16, 1893).

De høiest liggende terrasser.

Disse er, paa et par undtagelser nær, undersøgte af *Vogt*, terrasserne i Vefsendalen og Svenningdalen allerede i 1890. Høiderne er dels tagne direkte af karterne, navnlig af kartfotografierne i maalestok 1 : 50 000; og dels er de bestemt med aneroidbarometer i forhold til de paa karterne afsatte høideangivelser.

Terrasser i Vefsendalen og Svenningdalen. Ved Fjeldbækmo, Stabforsmo og Stormoen, 6—8 kilom. øst for Vefsenelvens tverknæk nær Svenningdalens gruber, to meget store nær hinanden liggende terrasser; ifølge høideangivelserne paa kartet ligger gaardene i høide 125, 127 m.; udgaaende fra disse tal bestemtes den inderste del af den høieste terrasse til *133 m.*

Den laveste af de to terrasser her 115—120 m.

I søndre Svenningdalen ligeledes en meget stor terrasse, 2—3 kilom. lang, paany med det karakteristiske navn Stormoen; høide ifølge barometerbestemmelse *135 m.*

Øverste terrasse langs veien mellem Svenningdalens grube og Eiteraakrogen ifølge barometermaaling 135 eller 135—140 m.; dette opføres som . . . *137 m.*

Øverste terrasse strax syd for Glukvashaugen, ca. 10 kilom. nordenfor de to sidstnævnte terrasser; ifølge kartet . . . *132 m.*

Høiere op langs Vefsen- og Hatfjelddalselven (forbi Hatfjelddalens kirke 222 m. og Gluplandshaugen 370 m. o. h.) har jeg (Vogt) ikke seet nogen terrasse, heller ikke høiere oppe i Glukvasdalen og i søndre Svenningdalen, i hvilken dal jeg forøvrigt kun reiste et par kilom. søndenfor Stormoen.

Terrasse i det lille dalføre til Remmen og Molrem ca. 8 kilom. øst for Mosjøen; 10 m. lavere end gaarden Lien, hvis høide efter kartet er 135 m.; terrassen altsaa . . . *125 m.*; høiere oppe i denne lille dal ingen terrasser.

I Drevjedalen findes talrige terrasser indtil høide 109 m., ved Bratbakken; i det lille dalføre søndenfor Elvsfjorden i Sørranen indtil høide 105 m.; i Korgen eller Røsaadalen talrige, meget store terrasser indtil høide 115 eller 117 m.; disse terrasser repræsenterer dog neppe det høieste trin, og er derfor ikke afsatte paa kartet.

Ved Storelven lidt ovenfor Faldfossen op for bunden af Visten er der en udstrakt terrasseflade i en høide af *120 m.* (maalt af *Rekstad*).

I *Corneliussens* reisedagbog fra sommeren 1875 findes høiden maalt af en hel række terrasser i Sørranen. Ved gaarden Øninglien (øst for Bjerka) er der saaledes 5 trin, af hvilke de to øverste ligger i *136 og 125 m. o. h.*

I *Dunderlandsdalen* i Mo i Nord-Ranen (temmelig langt inde i landet, straks nordenfor vort kartomraade) findes en hel række terrasser, saaledes ved Dunderland gaard to terrasser i høide 120—130 m. o. h.; og længere op i dalen muligens(?) en marin terrasse helt op til høide 170 m.

Om de i fast fjeld indgravede strandlinjers optræden og dannelsesmaade. For at illustrere strandlinjerne skal vi hidsætte et par profiler (fig. 14).

Strandlinjens veibane (b—c) eller seteflade (*A. M. Hansens* terminologi), som gjerne er 10—20 m. bred, undertiden dog adskillig mere, dog kun rent undtagelsesvis saa meget som 40—50 m., skraaner i regelen nogle faa grader udover; baade i veibanen og i ryggen (c—d) er fjeldet oftest yderst sterkt optrukket samt temmelig ujevnt; skurstriber sees aldrig. Ved foden af strandlinjen finder man ofte en fuldstændig strandvold (a) af rullestene, og flere steds, specielt hvor der udmunder aaer eller smaaelve i strandlinje-niveauet, gaar den i fast fjeld indgravede strandlinje gradvis over i en rullestensvold eller i en grusterrasse. — Ogsaa i selve veibanen finder man jevnlig ganske store rullestensvolde, og spredte rullestene sees undertiden i høide 6—8 m. over den høieste strandlinje.

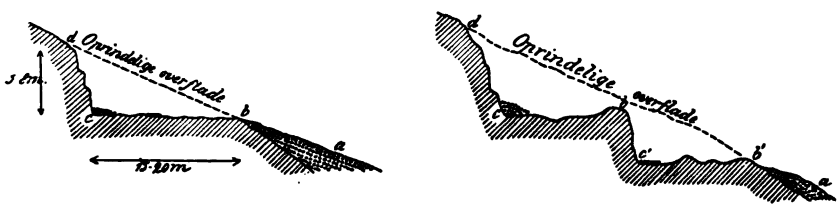


Fig. 14.
Strandlinjer, i serpentin, paa Leka.

En enkelt strandlinje. To nær hinanden optrædende strandlinjer, med høideforskjel ca. 8 m.

I den ydre del af strandlinjen stikker ofte op smaaknauser, som jevnlig kan være en eller et par meter høie. Et lignende fænomen er tidligere beskrevet af prof. *O. E. Schiøtz** fra Finmarken.

Som kartet fig. 11 viser, optræder strandlinjerne paa Helgeland — som ellers i landet — i størst antal og mest udpræget ude paa kysten, nemlig paa øerne, ved fjordgabene

* Nogle Bemærkninger om Dannelsen af Strandlinjer i fast Fjeld. Kristiania Videnskabsselskabs Forhandlinger for 1894.

samt i den ydre del af fjordene*. Ved den tidligere vandstand kan strandlinje-bæltet her i korthed betegnes som et skjærgaards- eller ø-bælte**.

Strandlinjerne holder sig her fortrinsvis til de steder, som ved den tidligere vandstand dannede fjordsund og lange, forholdsvis trange bugter. Derimod synes strandlinjerne ikke — eller i alle fald kun rent underordnet — at optræde paa aldeles aaben kyst helt ude mod havet. Exempelvis kan saaledes nævnes, at paa Leka og paa Vega har man i fast fjeld indgravede strandlinjer langs næsten samtlige bugter og sund, derimod ikke paa udsiden af øerne, lige ud mod det aabne hav; ligeledes mangler strandlinjerne paa udsiden af Dønna. — Aldeles analoge observationer om strandlinjernes optræden i fjordsund, bugter osv. har man som bekjendt tidligere gjort i Tromsø og Finmarkens amter samt i det romsdalske.

Paa Helgelandskysten optræder de i fast fjeld indskaarne strandlinjer *kun* paa to (muligens tre) *høie* niveauer, — nemlig, som vi senere skal omtale, i det niveau, som svarer til den marine grænse, og i et niveau et halvt snes m. (eller lidt længere ind i landet henimod et snes m.) lavere.*** Som fund af yoldia arctica og andre glaciale skjæl udviser, maa havets temperatur under den vandstand, da strandlinjerne dannedes, have været meget koldt (arktisk).

Paa lavere niveauer har man paa Helgelandskysten flere udprægede terrasse-trin, saaledes et meget karakteristisk trin i høide omkring 25 m., videre trin i høide omkring 60 og 80 m.

---

* Som eksempel paa det sidste kan nævnes en strandlinje langs Velfjordens sydvestre side, mellem Lund og Skomoviken; da høiden af denne linje ikke er maalt, er den ikke afsat paa kartet.

** At strandlinjerne er dannede ved havet — og ikke, som leilighedsvis af enkelte forskere antaget, af glaciallakustre indsjøer — fremgaar for Helgelands vedkommende med fuld sikkerhed deraf, at der er fundet glaciale fossiler (yoldia) lige under strandlinjerne (se næste afsnit).

*** Muligens findes forøvrigt i Vik og paa Brønnø tre nær under hinanden optrædende strandlinje-niveauer.

Disse trin betyder, at landets hævning her gjorde en relativ pause. Fossilfundene i disse lavere terrasser viser, at klimaet allerede var bleven meget mildere end under den maximale vandstand, da strandlinjerne dannedes. — I fast fjeld indgravede strandlinjer, som skulde ekvivalere til disse lavere terrasser, *mangler* fuldstændig. — Heraf sluttes, at dannelsen af de i fast fjeld indgravede strandlinjer forudsætter et *meget koldt* (*arktisk*) *klima*. — I overensstemmelse hermed viser det sig ogsaa, at de i fast fjeld indgravede strandlinjer i det hele og store er mest udprægede og tilstede i størst antal, jo længere nordover i landet man kommer.* — Her kan indskydes, at det allerede forlængst af tidligere forskere er godtgjort, at de i fast fjeld indgravede strandlinjer, der er begrænsede til Skotland, Norge, Grønland og mange arktiske øer, ifølge deres geografiske udbredelse maa være at opfatte som et arktisk eller glacialt fænomen.

Vi skal ikke her optage spørgsmaalet om strandlinjernes dannelse til nogen detaljeret diskussion, — idet herom henvises til tidligere arbeider (se oversigt i *Pencks* Morphologie der Erdoberfläche, *A. M. Hansens* Strandlinje-Studier, og afhandlinger af *Blytt*, *Helland*, *Reusch*, *Schiøts* med flere), — men maa alligevel indflette et par bemerkninger.

Som af mange forskere i de senere tider fremholdt, kan dannelsen af strandlinjerne — i modsætning til, hvad herom leilighedsvis er formodet — *ikke* skyldes bølgeslaget; i saa fald maatte nemlig strandlinjerne være mest udprægede ude mod det aabne hav, — men netop her mangler de i regelen.

Keilhaus tolkning var som bekjendt, at strandlinjerne skulde være indgravede af drivis, ført afsted af havstrømme; de klimatiske forholde og strandlinjernes optræden ved sundene i kyststrøgene, hvor tidevandsstrømmen maa have gaaet som stærkest, synes at kunne bestyrke en saadan antagelse; denne er derfor ogsaa antaget af flere senere forskere (*K. Pet-*

* Strandlinjerne i Tromsø og Finmarkens amter er mere karakteristiske end paa Helgeland.

tersen, *A. M. Hansen*). Der er imidlertid flere forholde, som efter vor opfatning tyder paa, at drivisen ikke har været den vigtigste eller eneste faktor ved strandlinjernes udhuling.

Som allerede af *O. E. Schiøtz* (l. c.) fremholdt, kan de knauser, som undertiden stikker frem i den *ydre* del af strandlinjernes veibane (se s. 73), vanskelig bringes i forbindelse med nogen drivis-udgravning. Videre er fjeldet i bunden og ryggen af strandlinjerne jevnlig i høieste grad opsprukket og aldeles finsplintret; frostsprængningen maa altsaa have spillet en meget fremskudt rolle*. Drivisens virkning maatte i tilfælde hovedsagelig have været begrænset til at bortføre det, som frosten sprængte istykker eller ganske løs; herved vilde friskt fjeld blive blotlagt, og dette kunde igjen blive udsat for kuldens opsmuldrende og sønder sprængende indvirkning.

Man behøver dog neppe at ty til nogen fortolkning ved *drivende* is, tilført andetstedsfra, idet isfoden, saaledes som denne er at opfatte efter *Knutsens* beskrivelse, synes at kunne forklare det hele.

Den norske bergkandidat *H. Knutsen*, som deltog i den danske ekspedition til Øst-Grønland 1883—85, skildrer, hvorledes han saa strandlinjer dannes paa Grønlands østkyst i følgende ord**: „. . . Strandlinje sees flere steds . . . dannet i fjæren mellem høi- og lavvande. Om vinteren dannes der nemlig en isfod (i Naturen benævnet isbroen), som undertiden kan være flere m. bred. Naar det nu begynder at tø om foraaret, og de store springfloder kommer, saa løsner isen sig og river de stene med sig fra klippesiderne, som er løsnede i løbet af vinteren. . . . Naar dette gjentages gjennem

---

* *Schiøtz* mener, at denne frostsprængning navnlig skal skyldes det ferske vand, som udvider sig med-et ved frysning, medens is af saltvand udvider sig lidt efter lidt, fra frysningen ved ÷ 1 à 2° ned til ÷ 13° C. — Ved det arktiske klima vil dog ogsaa det salte vand, bare det faar tid til at virke tilstrækkelig længe, kunne være kraftigt nok til at sprænge stenene istykker.

** Meddelelser om Grønland, 9de hefte 1899, s. 249. — Se ogsaa hans foredrag i den naturhistoriske forening i Kristiania, refereret i Naturen, 1886, s. 32.

lange tider, maatte ikke ubetydeligt materiale bortføres fra den linje, som mærkede høivandstand."

Denne skildring af en nutids-dannelse af strandlinjer, under arktisk klima, synes tilfredsstillende at forklare de observationer, som man kan sammenstille angaaende vore strandlinjers optræden og habitus.

Det høieste strandlinje-trin betegner den marine grænse. At saa er tilfældet, er som bekjendt i sin almindelighed for det vestlige og nordlige Norges vedkommende navnlig udredet af *A. M. Hansen* i hans Strandlinje-Studier. For Helgeland skal, særlig paa grundlag af undersøgelserne paa Leka, fremhæves, at de af rullestene bestaaende gamle fjærestenvolde stadig vedvarer op til den øverste strandlinje, undertiden ogsaa et par m. høiere, men ikke endnu høiere. Enkelte rullede-blokke kan sees i høide indtil ca. 6—8 m. over bundfladen af den i fast fjeld indgravede strandlinje; dette maa fortolkes derved, at bølgerne under storm (og springflod) har væltet nogle af fjærestenene ganske høit over den normale vandstand. Ofte ligger gamle strandvolde et par eller 3—4 m. over bundfladen af strandlinjen. — Kommer man derimod 10—15 m. over det øverste strandlinje-trin og endnu høiere tilveirs, møder man kun skarpkantede stene samt enkelte spredte erratiske blokke, derimod ikke rullestensvolde, der kan opfattes som gamle strandflade. Paa Leka er dette meget let at studere, da fjeldene her bestaar af gabbro og serpentin, hvoraf navnlig den sidste er næsten blottet for vegetation. Bedst er det at foretage observationerne i flade dalsænkninger, o: gamle bugter, som i bunden er ganske opfyldte med terrasser og fjæregrus; den marine grænse bestemmes her inderst inde i bunden af den gamle, flade vig.

En havstand har flere karakteristiske niveauer: fjære, middelvandstand, flod (samt springflod), endelig det høieste bølgeslag-niveau, under storm og springflod. Den marine grænse vil, alt eftersom man henholder sig til virkningen af den ene eller den anden af disse forskjellige niveauer, vise

nogen vibration, helt op til 10 m. eller endog lidt derover, dersom man tager hensyn til de allerøverste, under storm opkastede fjærestene. Det plan, som bundfladen af den i fast fjeld indgravede strandlinje markerer, svarer ikke til det øverste bølgeslag- og heller ikke til springflod-niveauet, men temmelig sikkert til middelvandstand eller mellem flo og fjære; hermed stemmer ogsaa *H. Knutsens* beskrivelse af de recente østgrønlandske strandlinjer.

At den øverste strandlinje inden vort kartomraade — fra Leka til Tomma er 150 kilom. — overalt betegner den samme vandstand, følger deraf, at høidemaalene danner en nogenlunde kontinuerlig serie. Videre er at tage med i betragtning, at man flere steds, saaledes paa Leka og i Vik, iagttager to nær ved hinanden optrædende strandlinjer, den nederste liggende kun nogle m. lavere end den øverste (om afstanden mellem dem se ovenfor). I regelen er den øverste betydelig mere fremtrædende end den underste — nogle enkelte undtagelser gives dog (i Malmsfjeld og Mardalsfjeld i Vik), — og det er derfor sandsynligt, at alle de maalte strandlinjer i kartomraadets nordre del svarer til det øverste af de to nær hinanden følgende strandlinje-trin.

Havet maa ved det høieste strandlinje-trin have holdt sig ved omtrent konstant niveau under en meget lang tid. Dette følger dels deraf, at strandlinjerne er saa dybt indskaarne i det faste fjeld, endog i saa modstandsdygtige og seige bergarter som granit, gabbro og serpentin, — og dels deraf, at der netop i det øverste strandlinje-trin flere steds optræder dybe huler. Herom henvises til det efterfølgende afsnit om „Torghatten og andre huler, nær den marine grænse".

At ogsaa de *høiest liggende terrasser* i de store dale er afsatte under den tid, da landet laa i den dybeste nedsænkning (den marine grænse), følger deraf, at terrasse-høiderne ganske godt korresponderer med strandlinje-høiderne. Saaledes viser et snit, normalt paa isobaserne i strøget fra Vefsen- og Vistenfjorden indover mod Svenningdalen: yderst ude ved kysten (paa Vega) strandlinjer paa 92, 96 m.; lidt længere inde (ved

Forvik) to strandlinjer paa 107, 115 m.; derpaa terrasse ved Sæterelven i Visten paa 120 m.; terrasse ved Lien straks øst for Mosjøen paa 125 m., og endelig i Svenningdalen paa 132, 133, 135 og 137 m. — Desuden kan fremhæves, at endnu høiere terrasser saavidt hidtil kjendt fuldstændig mangler i alle de her foreliggende dale (Vefsendalen, Svenningdalen, Remmendalen ved Mosjøen, Sæterelven i Visten); videre, at den øverste af de maalte terrasser udmærker sig ved betydelige dimensioner, derfor bl. a. det karakteristiske navn Stormoen paa to af de øverste terrasser i Svenningdalen; og endelig, at man flere steds iagttager to store nær ved hinanden optrædende terrasser, med indbyrdes afstand omkring 10—15 m. Den høieste terrasse vil svare til det høieste strandlinje-trin, og den næst høieste terrasse til det næst følgende strandlinje-trin, kun en del m. under det øverste. — Detaljbestemmelser af den marine grænse inde i landet er ikke noget-steds udførte; her kan indskydes, at *Vogts* maalinger af terrasserne omkring Svenningdalen fandt sted i 1890, før man endnu tillagde den marine grænse saa stor vægt som nu.

Terrasse-afleiningerne finder sted ikke i selve havskorpen, men nogle m. under samme; for at faa frem den marine grænse (havstanden) maa man saaledes lægge skjønsmæssig omkring 5—10 m. til terrasse-høiderne.

Isobaserne. De foreliggende maalinger viser, at for Helgeland gjælder den samme lov, som man har paavist for det nordlige og vestlige Norge i sin almindelighed, nemlig

at stigningen har været størst inde i landet, og

at stigningen blir mindre, jo længere nord man kommer.

Det sidste illustreres bedst derved, at paa Leka, længst syd paa kartomraadet, har vi følgende maal for den høieste strandlinje: 106, 107, 107, ca. 108 og 112 m.; ved Ranenfjordens munding derimod paa 92, 93, 95, 101, 101 og 101 m.; her maa ogsaa tages med i betragtning, at de sidste opførte strandlinjer ligger et stykke længere inde i landet end de paa Leka.

Den paa kartet (fig. 11) optrukne isobase for 100 m. er temmelig nøiagtig, idet man her har en hel række gode observationer. Forløbet af isobasen for 150 m. er derimod noget mere usikker; dette giver vi et udtryk derved, at denne linje paa kartet kun er betegnet ved en punkteret streg. Det er muligt, at denne linje skulde flyttes lidt nærmere mod kysten.

Skraaningsvinkelen for hævningen. — De fire terrasser omkring Svenningdalen, paa 132, 133, 135 og 137 m. angiver, at havstanden her maa have ligget i høide omkring 140 m.; udgaar vi fra denne høide og tager vi middel 94 m. af de to strandlinje-observationer (92 og 96 m.) paa Vega, faar vi en høideforskjel stor 46 m. Afstanden, maalt normalt paa isobaserne, er 68 kilom.; vinkelen altsaa 1 : 1475 eller omkring 2′ 20″.

En tilsvarende beregning mellem terrassen ved Sæterelven i Visten og strandlinjerne paa Vega, samt mellem terrassen ved Lien og strandlinjerne paa Dønna (middelhøide 96 m.) giver — idet vi for at faa den marine grænses formodede høide øger terrassernes maal med 5 m. — henholdsvis 1 : 1375 = 2′ 30″ og 1 : 1250 = 2′ 45″.

Disse tre observationsrækker skulde altsaa angive en skraaningsvinkel af gjennemsnitlig 1 : 1375 eller *omkring 2½ minut.*

De forholdsvis høie strandlinjer i Vik sammenholdt med strandlinjerne paa Leka og paa Vega skulde forøvrigt betegne endnu noget større skraaningsvinkel. — En aldeles exakt vinkelbestemmelse kan for søndre Helgeland først opnaaes, naar man her med fuld sikkerhed har bestemt den marine grænse langt inde i landet.

Til sammenligning anføres, at *A. M. Hansen* i sine Strandlinje-Studier (1891) har bestemt skraaningen (gradienten) for den øverste strandlinje til: for Sogn 2′ 24″; for Søndfjord 1′ 50″; for Nordfjord 3′ 49″; for Søndmør 3′ 26″; for Romsdalen 4′ 33″ og for Tromsø 3′ 5″. For Tromsø amt har prof.

A. Helland i en netop udkommen afhandling* maalt faldvinkelen — for den øvre strandlinje — til *gjennemsnitlig lidt over 3 minutter* (1 : 1146); for det nedre strandlinje-trin blev fundet omkring 1 minut (1 : 3438).

Ovenstaaende vinkelangivelser gjælder skraaningen mellem kysten og den indre del af landet, normalt paa isobaserne. Desuden maa tages med i betragtning, at stigningen er større, jo længere sydover man kommer.

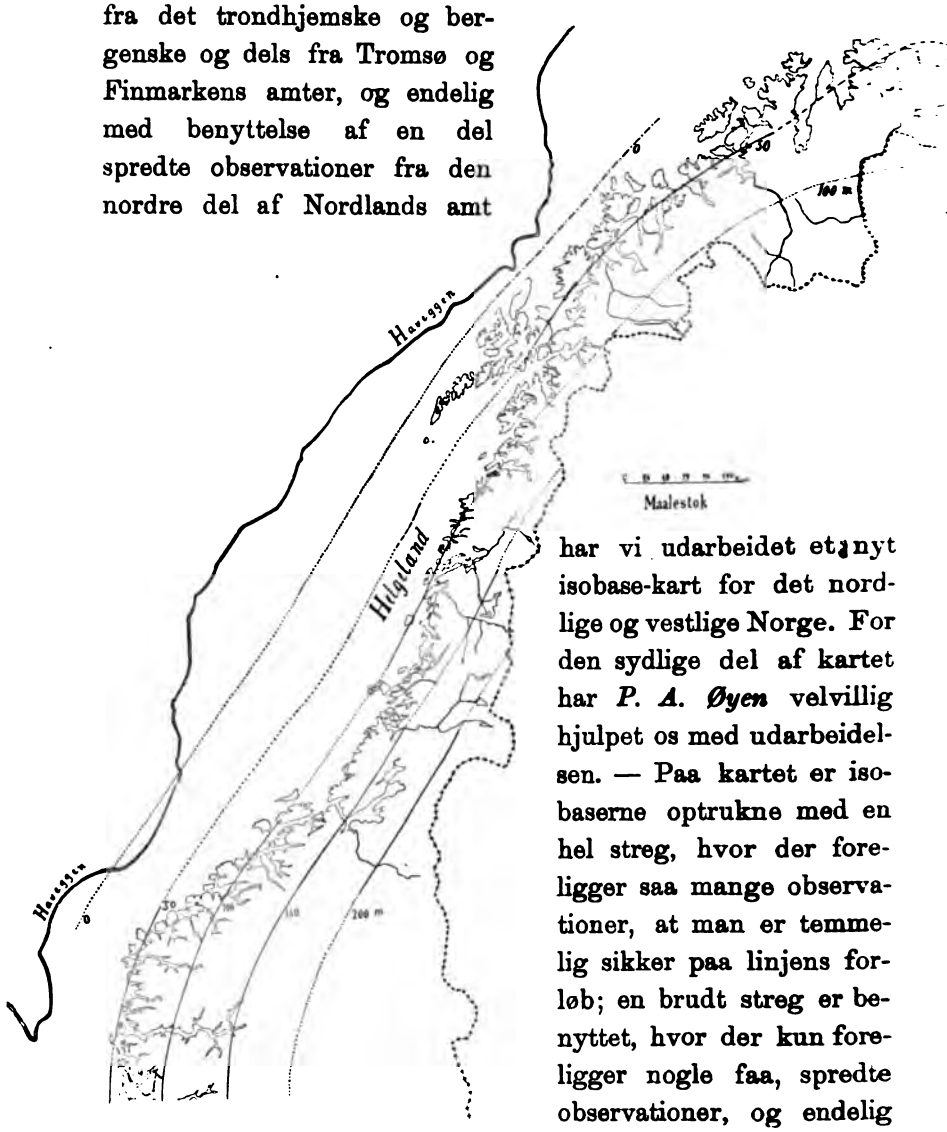
Paa Leka viser de fem maalinger af det høieste strandlinje-trin gjennemsnitlig 108 m., og observationerne paa Dønna og Tomma tilsiger, at det tilsvarende øverste strandlinje-trin ude i skjærgaarden her kan sættes til omkring 90 m.; høideforskjel altsaa omkring 18 m. og horizontalafstand (til nordre del af Dønna) ca. 130 kilom.; skraaningsvinkelen altsaa 1 : omkring 7200 eller omtrent ½ minut. — Denne bestemmelse er efter sagens natur lidet nøiagtig; den giver kun en rent tilnærmelsesvis forestilling om, med hvilke størrelser man har at operere.

En mere exakt beregning, for hele det nordlige Norges vedkommende, faar man paa følgende maade: Det høieste strandlinje-trin yderst ude paa øerne i den søndre og midtre del af Tromsø amt, nemlig i den ydre del af Senjen og paa Edø, ligger ifølge prof. *Helland* i en høide af omkring 18 m.; afstanden fra Leka er i ret linje ca. 575 kilom.; høidedifferencen 108 ÷ 18 = 90 m.; skraaningsvinkelen — regnet langs efter kystlinjens længderetning — altsaa 1 : 6400 eller *33 sekunder*.

Strandlinje-trin no. 2 ligger paa Leka 8—9 m. og paa forskjellige steder i Vik og Brønnø resp. 12, 15, 17 og 17 m. lavere end trin no. 1; ligeledes ligger de næst høieste terrasser inde i dalene med rundt tal 15 m. lavere end de allerhøieste. Skraaningsvinkelen for dette trin no. 2 er følgelig ikke fuldt saa stor som for trin no. 1; stor forskjel er der dog ikke.

* Strandlinjernes fald. Norges geol. unders. aarbog for 1898—99.

Paa grundlag af vore egne maalinger fra Helgeland, af alle de ældre undersøgelser over strandlinjer og terrasser dels fra det trondhjemske og bergenske og dels fra Tromsø og Finmarkens amter, og endelig med benyttelse af en del spredte observationer fra den nordre del af Nordlands amt



har vi udarbeidet et nyt isobase-kart for det nordlige og vestlige Norge. For den sydlige del af kartet har *P. A. Øyen* velvillig hjulpet os med udarbeidelsen. — Paa kartet er isobaserne optrukne med en hel streg, hvor der foreligger saa mange observationer, at man er temmelig sikker paa linjens forløb; en brudt streg er benyttet, hvor der kun foreligger nogle faa, spredte observationer, og endelig

Fig 15.
Isobasekart over det nordlige og vestlige Norge.

er forbindelseslinjerne samt den hypothetiske 0 m.-isobase optrukket med en punkteret linje. — Kartet er for det væsent-

lige kun en rekapitulation af *G. de Geers* tidligere isobasekarter*, fra hvilke de dog i detaljen adskiller sig paa flere steder; saaledes har *de Geer* for Nordlands vedkommende paa sit sidste kart draget isobaserne for 50, 100 og 150 m. et stykke for langt ud mod vest.

Isobasen for 0 m., hvilken linje selvfølgelig er af temmelig hypothetisk natur, er paa vort kart opkonstrueret paa den maade, at den er trukket parallelt med de øvrige linjer og med samme afstand fra 50 m.s linjen som afstanden mellem de andre isobaser indbyrdes.

Kartet udviser, at *isobaserne helt fra Romsdalskanten og næsten til høiden af Tromsø forløber tilnærmelsesvis parallelt med den store haveg (kontinentets afhældslinje mod det store oceandyb)*,

og at isobasen for 0 m. i de grove drag falder nogenlunde sammen med haveggen.

Den naturlige forklaring herpaa er, at landets hævning maa have begyndt omtrent ude ved eggen, og saa fortsat med stigende intensitet indover mod fjeldkjæden. Med andre ord, for strækningen mellem 62—63° og ca. 70° n. br. skulde eggen i det hele og store have været den hængsel, om hvilken den lille vinkelbevægelse fandt sted. Selve hævningen skulde efter denne opfatning have været *begrænset til selve kontinentet*, medregnet den kontinentale sokkel; havbunden i det store oceandyb skulde altsaa, efter denne fremstilling, ikke have været berørt af den postglaciale strandlinje-forskyvning.

At optrække isobasen for 0 m. med nøiagtighed er ifølge sagens natur en umulighed; for den ovenstaaende hypothetiske betragtning er det forøvrigt af underordnet interesse, om isobasen for 0 m. falder nøiagtig sammen med haveggen, eller et stykke indenfor samme. Det sandsynlige er, at isobasen for 0 m. under de forskjellige stadier af hævningen vil have været noget forskudt (se punkterne a_1, a_2, a_3 paa det skematiske profil

* I Geol. Fören.s Förh. b. X, 1888 og Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden, 1896.

fig. 16). — Som støtte for denne hypothetiske betragtning henvises til prof. *Hellands* kart over strandlinjernes fald i Tromsø amt; den øvre strandlinjeflades og den nedre strandlinjeflades skjæringslinje med havet falder ikke nøiagtig sammen, men de forløber temmelig nær parallelt, og med en indbyrdes afstand kun 8—18 kilom.

Den her omhandlede parallelitet mellem haveggen (kontinentets morfologiske, formentlig ogsaa geotektoniske grænselinje mod oceandybet, se s. 6, 17) og isobaserne gjælder kun partiet indtil omkring 70° n. br. Længere nordover og østover stiller forholdet sig anderledes, hvilket muligens kan



Fig. 16.

Skematisk profil illustrerende landets postglaciale hævning. Den øvre linje betegner den nuværende overflade; den nedre overfladen umiddelbart før hævningen. De to linjer falder sammen ude ved haveggen eller lidt indenfor samme (ved a_1, a_2 eller a_3).

bero derpaa, at omtrent ved grænsedelet mellem Tromsø og Finmarkens amter mødes to forskjellige bergkjædesystemer, nemlig paa den ene side det norske og paa den anden side det Finmark-Timan'ske bergkjædesystem, hvert system med sin geotektoniske karakteristik.* Endvidere maa, under hen-

* Efter at de første ark af denne afhandling var trykt, er udkommet en refererende afhandling af *H. Reusch*, Et stykke af det Timanske bergkjædesystem i Norge (Det Norske Geografiske Selskabs Aarbog, X, for 1898—99.)

visning til *A. M. Hansens* istryk-theori, tages med i betragtning omfanget af isdækket under glacialtiden.

Lavere terrasse-trin samt de i samme optrædende fossiler (af *Rekstad*).

Paa søndre Helgeland optræder en mængde terrasser lavere end strandlinje-niveauet, som alle er afsatte under landets stigning og følgelig yngre end strandlinjerne.

De er ikke jevnt fordelte i alle høider fra strandlinjerne og ned til det nuværende havniveau, men de samler sig i grupper om visse høider. Her kan udskilles 3 saadanne grupper, af hvilke de to laveste er *særdeles fremtrædende.*

Observationerne fra Leka, Vega og fra det indre af landet saasom fra Vefsens dalføre, samt fra dalførerne op for Ranen er gjorte af *Vogt*, enkelte i Ranen ogsaa af *Corneliussen*. I Vik, Brønnø og Alstadhaug er terrasserne observerede dels af *Vogt* og dels af *Rekstad*. I Tjøtta, paa Dønna og i Nesne har *Rekstad* gjort iagttagelserne. — Fossilerne er bestemte af *Rekstad*, med bistand af prof. *G. O. Sars* og amanuensis *P. A. Øyen*.

1. *Øvre gruppe.*

De til denne gruppe hørende terrasser ligger i høide fra 75 m. til 100 m., det sidste maal gjældende for de længer inde i landet liggende. Ude i kyststrøget er de særlig samlede om høiderne 75 til 82 m.

Skjæl er kun fundet paa et sted i dette niveau, nemlig ved Fagerviken paa sydsiden af Ranenfjorden i Nesne. Her har man en udpræget terrasse i en høide af 82 m. o. h. eller 19 m. under den derværende strandlinje. Øverst i denne terrasse er der 3—5 m. mægtige lag af fjæregrus med enkelte større rullede stene. Derunder kommer lerlag med skjæl. Mægtigheden af leret gaar enkelte steder op til 8 m. Dette ler hviler dels paa moræne, dels paa det glatskurede berg, og det bruser kraftigt for saltsyre.

I det underste parti af leret her fandtes brudstykker af Cyprina islandica og af den tykskallede varietet af Mya truncata.

I det midtre parti optræder *Yoldia arctica* i mængde samt enkelte skaller af *Leda pernula* og *Panopea norvegica.*

Øverst i leret fandtes skaller af

Mya truncata (meget tykke skaller)
Saxicava rugosa
Macoma calcaria
Astarte compressa L.
Zirphæa crispata.



Fig. 17.

Terrasser ved Fagerviken i Nesne.

Der kunde ikke paavises nogen diskontinuitet i lerets lagbygning.

Yoldia arctica lever som bekjendt ikke i selve fjærebæltet, men dog paa nogenlunde grundt vand. *O. Torell*, Bidrag til Spitsbergens Molluskfauna, Stockholm 1859, skriver om den: „Ingen kjendt levende musling kræver en lavere temperatur end Yoldia arctica. Den er circumpolær i det høie Norden og især almindelig i det Kariske hav og det Sibiriske ishav, hvor

vandets temperatur ved bunden veksler mellem 0° og ÷ 2°, medens den allerede er sjelden ved Spitsbergens vestkyst, hvor bundtemperaturen er + 1°."

Ved Fagerviken findes den omkring 75 m. o. h., altsaa maa den have levet her under maximum af nedsænkning, eller da havet stod til strandlinje-niveauet (her 100 à 105 m.). Af ovenstaaende citat af *Torell* kan vi slutte os til temperaturforholdene i havet dengang. De maa have været udpræget arktiske.

Det øvre ler indeholder en udpræget littoralfauna, det er altsaa en grundvandsdannelse, som er afsat i et hav meget koldere end det nuværende; thi de fundne muslingskaller tilhører alle typisk arktiske arter; ingen af de boreale, som vi finder i de lavere terrasser, er endnu vandrede ind.

Ved Røirmarken i *Vik*, anneks til *Brønnø*, ligger der en stor strandvold 92 m. o. h.

I *Tjøtta prestegjæld* har man ved gaarden Bønnaaen i Visten en fremtrædende terrasse i høiden 90 m. o. h. Gaarden Furmoen n. for Halsfjorden ligger paa en terrasseflade i 86 m. o. h. og Oplandsgaardene paa en udstrakt terrasseflade i 93 m. o. h.

Ind for Leirfjorden i *Alstahaug prestegjæld* har man omtrent 1 km. vest for gaarden Vatnet en terrasse i aaben situation i høiden 78 m. o. h.

Ved gaarden Angersnes ligger der under den derværende strandlinje en bred skraanende terrasseflade, hvis øverste kant gaar op til 75 m. o. h.

Ved Nordbjørn paa *Dønna* er der en fremtrædende terrasse i 78 m. o. h. og ved gaarden Sandnes i Nesne en i 75 m. o. h.

Inde i landet er der flere terrasser, som antagelig bliver at henføre til dette niveau.

I Vefsendalen ligger flere terrasser i høider mellem 80 og 100 m., særlig er de samlede omkring 93 m. o. h.

Ved Røsaaen i Sørranen har vi igjen flere terrasser i høider omkring 80 m. o. h.

2. *Midtre gruppe.*

De fleste af de til denne gruppe hørende terrasser ligger i kyststrøget i høide mellem 55 og 65 m. Men man har enkelte, som gaar ned til 47 m. og op til 74 m. De optræder særlig i stort antal paa Dønna og omliggende øer; dog er de heller ikke sjeldne i kyststrøget søndenfor paa Helgeland. Skjæl findes ikke saa hyppig i disse som i det lavere trin, men de er dog paaviste paa saavidt mange steder og i et saa stort antal arter, at man deraf saa nogenlunde kan slutte sig til de klimatiske forholde i det hav, hvori de levede. Havet kan ikke dengang have været synderlig koldere end nu, thi det er væsentlig den samme molluskfauna, vi finder i disse terrasser, som i fjæren nutildags. Flertallet er arktiske arter, men ikke faa boreale er indvandrede allerede.

Fra Aabjørvand i *Bindalen* har prof. *R. Collett* i Nyt Mag., XXIII, 3, beskrevet fiskefossiler i mergelboller, som dels er indsamlede af *K. Hauan* i 1811 og af *O. A. Corneliussen* i 1875, dels indkjøbte i aarene 1876 og 1877 af Hans Sylten, eier af gaarden Granbostad, paa hvis grund de fleste fund er gjorte. Høiden er 66 m. o. h.

Følgende arter er bestemte fra disse mergelboller:

Mallotus villosus (Lodde).
Gadus virens. (Sei).
Gadus morrhua (Torsk).
Clupea harengus (Sild).
Clupea sprattus (Brisling).

Ved Røirmarken i *Vik* er der en fremtrædende terrasse i 74 m. o. h.

Paa *Søla*, den lille klippeø paa vestsiden af *Vega*, er der strandvolde af rullede stene op 65 m. o. h.

Omtrent 1 km. syd for Hestum paa Havnøen i Tjøtta prestegjæld har man betydelige afleiringer af marin sand, som gaar op til 70 m. o. h. Følgende arter skjæl fandtes her:

Cyprina islandica.
Cardium echinatum.
Pecten islandicus.
Buccinum undatum.
Patella vulgata.

Ved Bønnaaen i Visten har man en fremtrædende terrasse i høiden 57 m. o. h.

Mellem gaarden Nordbostad og Brustad paa Mindlandet er der store masser af marin sand, som i skaret mellem disse gaarde kulminerer i en strandbanke i høide 66 m. o. h. Denne viser, at der da i skaret har været en val eller et sund, som laa tørt ved lavvand. I sandet her fandtes brudstykker af Cyprina islandica og Mytilus edulis.

I aaen ved foden af Stokkahatten, sydøst for gaarden Stokka fandtes i lerlag omtrent 60 m. o. h. følgende arter skjæl:

Macoma calcaria (i mængde).
Cyprina islandica.
Leda pernula.
Saxicava rugosa.

Det skjælførende ler her dækkes af omtrænt 4 m. mægtige lag af sand, hvori ingen skjæl kunde findes.

Ved Breimo paa Alsten, omtrent 5 km. SSV for Sandnes, er der igjen store masser af marin sand, som gaar op til *90 m. o. h.* I 70 m.s høide fandtes her en mængde skjæl. De forherskende arter var:

Mya truncata (med tynde skaller).
Cyprina islandica.
Mytilus edulis.
Macoma calcaria.
Aporrhais pespelecani.

Ind for Leirfjorden i Alstahaug ligger der mellem gaardene Sommerset og Vatnet en stor terrasse, som dækker morænemasserne foran Storvandet, i 66 m. o. h.

I det skar, som gaar tversover det sydlige af *Dønna* mellem Skar og Einviken, har man fjæresand med glatrullede stene hele veien. Denne havsand gaar op til en fremtrædende strandvold øverst i skaret i en høide af 59 m. o. h. Vestenfor strandvolden, i 48 m. o. h., fandtes nogle i det følgende omtalte flintestykker.

Omtrent 2 km. vest for Hæstad paa *Dønna* har man oppe under Dønnestind en bred skraanende strandflade, hvis øverste kant naar op til 59 m. o. h. Lidt nedenfor denne strandflade i 40 m. o. h. fandtes skaller af:

Cyprina islandica.
Pecten islandicus.
Balanus porcatus.
Mya truncata.
Saxicava rugosa.
Anomia ephippium.

Ved Straumavandene paa Dønna fandtes i lerlag 60 m. o. h. følgende arter skjæl:

Cyprina islandica (i mængde).
Mya truncata (tyndskallet).
Macoma calcaria.
Astarte compressa L.
Tridonta borealis.
Lucina borealis.
Cardium echinatum.
Cardium edule.
Venus gallina.
Littorina littorea.

I det indre af skaret mellem Lillevik og Hildset i Dønna ligger der en strandvold i 59 m. o. h., og ved Gulstad har man en fremtrædende terrasse i 47 m. o. h.

Ved Nordbjørn paa *Dønna* er der en terrasse i 70 m. o. h. og op for Forsland paa *Tomma* er der en bred terrasseflade i høiden 61 m.

Inde i landet er der flere terrasser, som antagelig maa henføres til dette niveau. I Vefsendalen har man saaledes en række terrasser i høider mellem 60 og 70 m. o. h. De fleste af disse samler sig om høiden 68 m. o. h.

3. *Laveste gruppe.*

Den gruppe, som omfatter de laveste terrasser, er særdeles talrigt repræsenteret helt fra Leka til Dønna og Ranens munding eller paa hele den af os undersøgte strækning. De fleste terrasser inden denne gruppe ligger i høider mellem 25 og 30 m., men de mest extreme gaar ned til 18 m. og op til 42 m. Af de muslingskaller, som er fundne i disse terrasser, kan man se, at de er afsatte under klimatiske forholde omtrent som nutidens.

Paa Leka har man et stort strandvoldstrin, der saa at sige omkranser hele øen. Den øverste kant ligger i høide fra 25—30 m. o. h. Næsten alle gaarde paa øen ligger paa skjælsand, hørende til dette niveau.

I Vik ligger ligeledes de fleste af gaardene paa skjælsand. Her har man terrasser hørende til dette niveau ved Knyg i 27 m. o. h., ved Sømhaug i 24 m., ved Lommegjerdet i 21 m. og ved Grøttemsplads i 26 m.

Fra Kvervet og Klaven ved sjøen og op til gaardene Dale og Aunet har man udstrakte flader af marine afleiringer, som naar op til 30 m. o. h. Ved Aunet fandtes i fjæresand omtrent 30 m. o. h.:

Cyprina islandica.
Malcoma calcaria.
Lucina borealis.

Disse arter optræder almindelig i fjæren her nu til dags ogsaa.

I Brønnø som paa Leka og i Vik ligger de fleste gaarde paa gammel fjæresand. I det sydligste af bygden har man ved foden af Torghatten fremtrædende strandvolde. Paa øst-

siden ligger en af disse i 25 m. o. h. og paa sydvestsiden en i 27 m. Denne sees paa fotografi s. 95 inderst inde i den botnformede indsænkning, som her gaar ind i Torghatten.

Ved Skomogaardene er der en stor terrasseflade, som naar op til 42 m. o. h. Her fandtes i sandet i omkring 40 m. o. h. følgende arter muslingskaller:

Cyprina islandica.
Mytilus edulis.
Lucina borealis.
Nicania Banksii.
Venus gallina.

Alt arter, som er almindelige i fjæren her nu.

Ved Vika paa *Vega* har man en lav strandflade i høider fra 20 til 25 m. o. h.

Paa Dønna og de omliggende øer er terrasserne hørende til dette niveau meget talrige.

Ved Aakvik bestaar omtrent alle jorder under madjordlaget af ren skjælsand. Disse skjælsandafleiringer danner her fremtrædende terrasser. Ved den øverste rand af terrasserne ligger der gjerne som en bræm af strandvolde bestaaende af store rullede stene op til en høide af 25 m. o. h.

Paa vestsiden af Dønmanden og ved Breiviken er der en lang terrasse i 25 m. o. h. Følgende arter skjæl samledes i terrassen ved Breiviken:

Cyprina islandica.
Tridonta borealis.
Lucina borealis.
Macoma battica.
Venus gallina.
Patella vulgata.
Littorina littorea.

Omtrent ½ km. nord for det inderste af Øivaagen fandtes i ler i bunden af en myr omtrent 20 m. o. h. følgende skjæl:

Balanus porcatus.
Mya truncata.
Saxicava rugosa.
Macoma calcaria.
Astarte compressa L.
Nicania Banksii.
Anomia ephippium.
Lucina borealis.
Mytilus edulis.
Pecten islandicus.
Mactra elliptica.
Solen ensis.
Lepeta caeca.
Emarginula fissura.
Trochus tumidus.

Opefter bergknauserne omkring denne myr ligger der strandvolde 10 m. høiere end myren eller i en høide af 30 m. o. h.

Gaarden Holand ligger paa en smuk terrasse i 31 m. o. h., og omtrent midtveis mellem Meviken og Solfjeld har man en strandvold i en høide af 30 m. o. h.

Ved veien mellem Nordviken og Skei, omtrent 1½ km. SV for Skei fandtes i det øverste af en strandbanke 25 m. o. h. følgende arter skjæl:

Saxicava rugosa.
Lucina borealis.
Cardium edule.
Tapes pullastra.
Venus gallina.
Littorina littorea.
Purpura lapillus.
Trochus cinerarius.
Nullipora polymorpha.

Ved vestenden af Skeisvandet er der en terrasse i 18 m. o. h.

Omtrent 1 km. vest for Glein fandtes i strandsand 20 m. o. h.:

Mya truncata.
Saxicava rugosa.
Astarte compressa L.
Macoma calcaria.
Cyprina islandica.
Lucina borealis.
Mytilus edulis.
Anomia ephippium.
Tapes pullastra.
Solen ensis.
Patella vulgata.
Lepeta caeca.
Littorina littorea.
Purpura lapillus.
Balanus porcatus.

Ind Leirfjorden i *Alstahaug* prestegjæld er der ved gaarden Sommerset en særdeles fremtrædende terrasse i aaben situation 22 m. o. h.

Ved Svalenget paa Hugla i *Nesne* ligger der en strandbanke 20 m. o. h., som bestaar af fjæresand med skaller af Mya truncata.

Paa nordsiden af Alsøvaagen paa Tomma er der en terrasse omtrent 2 km. lang i 25 m. o. h., og ved Husby paa Tomma er der udstrakte flader af fjæresand med ler under. Disse gaar op til 33 m. o. h.

Inde i landet har man ogsaa en del terrasser i høider svarende til dette niveau, men her er endnu ingen skjæl fundne.

I Vefsendalen har man saaledes flere terrasser i høider fra 33 til 37 m. og i Sørranen ved Røsaaen fra 29 til 37 m. o. h.

Torghatten og andre huler, i og nær under den marine grænse.

(Afsnittet om Torghat-hullet af *Vogt;* om de efterfølgende huler af *Rekstad*).

Torghatten er tidligere bleven udførlig beskrevet af prof. *H. Mohn** i 1870 og af dr. *H. Reusch*** i 1881; begge kom med hensyn til hullets dannelse til det korrekte resultat,



Fig. 18.

Torghat-hullet seet fra SV. — Paa fotografiet iagttages ogsaa nogle begyndende hule-dannelser, paa begge sider af Torghat-hullet.

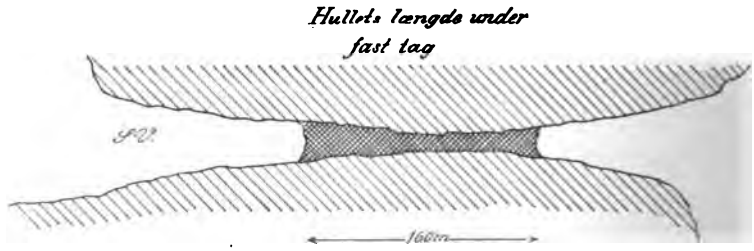
nemlig at hullet skyldes angreb af havet, specielt af havets brændinger. Da vi nu har meget bedre kjendskab end tidligere til havstanden i fordums dage, kan en fornyet beskrivelse være berettiget, navnlig da hullet ikke, som af tidligere forskere leilighedsvis formodet (se s. 49), tilhører strandflade-perioden, men strandlinje-tiden.

---

* Videnskabsselskabets forhandlinger. 1870, s. 443.
** Nyt Mag. f. Naturv. XXVI, 1881.

Den ø — allersydligst i Nordlands amt og paa 65½ n. br. (se kart fig. 1 og 7) — som Torghatten ligger paa, er i den søndre del, hvor fjeldet er gjennemboret af den høist eiendommelige naturlige tunnel, bygget af presset granit, tilhørende grundfjeldet. Denne arkæiske granit er den nordligste udløber af det store grundfjeldsfelt langs kystranden i Trondhjems stift (se s. 30, 55—56).

Horizontalsnit i hullets niveau.



Vertikalsnit efter længden.

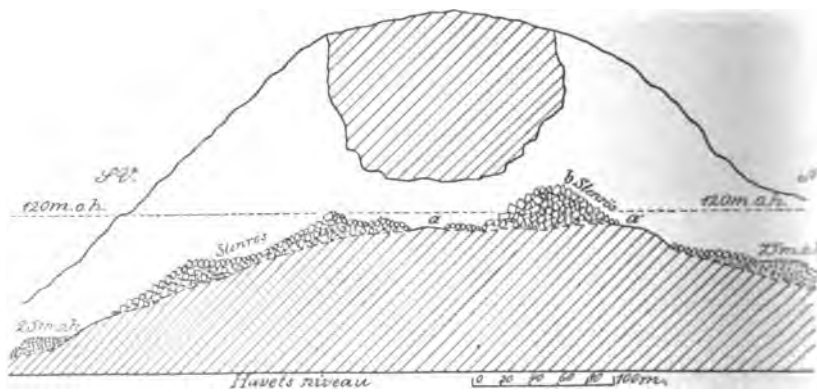


Fig. 19.

Horizontalsnit i hullets niveau og vertikalsnit efter længden, af Torghat-hullet. — Det skrafferede er fast fjeld, og det dobbelt-skrafferede paa den øverste tegning (horizontalsnittet) er hullets tag.

Den pressede granit i Torghat-fjeldet, som hæver sig til en høide af 260 m. o. h., er gjennemsat af flere sprækkesystemer; mest udpræget er en hel række sprækker eller spalter omtrent i retning NO—SV, altsaa parallelt med hullets længde-

axe; flerestеds ser man ogsaa i andre retninger nogenlunde lovmæssige og regelrette sprækker.

Selve Torghat-hullet, som — under fast tag — har en længde af *160 m.* (efter *Mohn* 163 m.), og som er trangest netop i den midtre del, fortsætter, saaledes som det fremgaar af kartskitsen fig. 19, baade mod NO og SV som en rende-



Fig. 20.
Fotografi gjennem Torghat-hullet, taget fra den NO-stre ende (punkt b paa fig. 19). — I baggrunden gjennem hullet sees havet, med strandflade-skjærgaarden.

formig kløft; tages hensyn hertil, har den erosion, som har skabt hullet, gjort sig gjældende i en længde af omkring *400 m.*

I den midtre del har hullet en (horizontal) bredde af 11—12 m.; mod enderne af det egentlige hul stiger bredden jevnt, mod NO til 19—22 m. og mod SV til 20—27 m.; senere blir den rendeformige fordybning bredere og bredere, til 30—45 m. og derover. — Hullets vertikale høide i den midtre del, hvor der kun er nedraset forholdsvis lidet sten fra taget, er omkring 35 m. Ved begge ender af hullet er der i tidernes løb faldt ned fra taget en mængde større og mindre stene, og hullets karakter har her forandret sig i ganske væsentlig grad efter dets dannelse. Oprindelig maa hullet have været adskillig længere, end det nu er.

Tversnittet er omtrent rektangulært, med nogenlunde vertikale vægge. Taget er i regelen yderst sterkt opspaltet.

I den midtre del af hullet stikker et ganske lidet parti af fast fjeld saavidt op mellem de fra taget nedrasede stenblokke, og ligeledes sees fast fjeld et halvt hundrede m. udenfor den NO-stre ende af hullet. Det faste fjeld i hullets bund (fig. 19, a) ligger (ifølge 3 aneroidmaalinger dels af *Rekstad* og dels af mig) i høide *112 m.* over nuværende middelvandstand, — *Mohn* maalte bunden af hullet til 111 m., — og overkanten af det faste fjeld (fig. 19, a) udenfor den NO-stre ende af hullet ligger i en høide af *109 m.* I henhold til disse to observationer er paa profilskitsen trukket op grænsen for det faste fjeld, under stenuren. Toppen af stenuren (b) mod NO, hvor man har den bedste udsigt over hullet, og hvor turisterne gjerne samles, ligger i en høide af 138 m.; stenrøsen er altsaa her omkring 30 m. høi.

Hullets sidevægge og det lille parti af fast fjeld inde i bunden af hullet viser den samme slags afrundede eller afglattede overflade, med smaa rendeformige fordybninger efter alle sprækker, som man saa jevnlig møder lige nede ved havkanten. Denne overflade-beskaffenhed har *Reusch* betegnet som „polstret fjeld"; ligesaa godt kunde man bruge udtrykket „bølge-slidt eller bølge-slikket fjeld". — Denne afglatning, som er illustreret ved det hosstaaende fotografi (fig. 21), er i Torghat-hullet meget karakteristisk udviklet indtil en høide af

omkring 143 m. o. h. (o: indtil en høide af ca. 5 m. over punkt b i stenuren), og kan mærkes indtil en høide af omkring 146 m.; saa langt skulde altsaa bølgeskvulpet have naaet op.

Torghat-hullet ligger netop i det niveau, som havet stod i under landets dybeste nedsænkning, da strandlinjerne blev indgravede. — Ved at interpolere mellem det høieste strandlinje-trin paa Leka (40 kilom. mod SSV for Torghatten), paa Vega (25 kilom. mod NNO) og i Vik og Brønnø (10—20 kilom. mod



Fig. 21.

Bølge-slikket fjeldoverflade inde i sidevæggene af Torghat-hullet. — Fotograferet af *J. Rekstad*, lidt SV for punkt b paa fig. 19.

NO, O og SO), faar man, at det høieste strandlinje-trin paa Torget skal have ligget i en høide af omkring *120 m.* Nøiagtig kan det ikke angives; niveauet kan godt have været 5—10, muligens endog 10—15 m. høiere eller lavere — spe-

cielt skulde de høie maal, som *Rekstad* har fundet for enkelte strandlinjer i Vik og Brønnø, gjøre det sandsynligt, at man muligens skulde opføre 125 eller 130 m. istedenfor 120 m.; — men om nogen usikkerhed af væsentlig betydning kan der ikke være tale.

Paa Torghatten selv sees en strandlinje, som efter *Mohn* skulde ligge i en høide af 109 m.; denne bestemmelse gjør dog ikke krav paa større nøiagtighed, dels fordi den anvendte maalemethode (vinkelaflæsning med sekstant fra skib) er lidet præcis, og dels fordi strandlinjen selv er lidet udpræget.

Efter mit eget øiemaal skulde Torghattens strandlinje ligge et stykke lavere end punkt b (høide 138 m.) og skjønsmæssig omkring 120 m. o. h. Omtrent i dette niveau eller muligens nogle m. lavere sees ogsaa et lidet *abrasionsplan**, som er smukt, om end sterkt skematisk illustreret paa *Mohns* haandtegning over Torghatten (Nyt Mag. for Naturv., B. XXII, s. 15).

Da Torghat-hullet ligger netop i det øverste strandlinje-trin (den marine grænse), og da væggene inde i hullet viser vandslidt overflade, er det utvivlsomt, at hullet skyldes havets eroderende kraft.

Da hullet blev dannet, under indsænkning af landet med rundt tal 120 m. lavere end nu, laa Torghatten som en ganske liden, isoleret ø (længde ca. 1 kilom. og bredde 300 m.) *yderst ude* mod havet. Alle de nuværende lave øer og holmer rundt omkring Torghatten laa den gang — paa en enkelt undtagelse nær** — temmelig dybt under havets overflade; ligeledes laa store dele af det nuværende Vik og Brønnø under havet. Torghatten var den yderste forpost, og havets storm-angreb kunde her gjøre sig gjældende med al sin vælde.

---

* Dette postglaciale abrasionsplan maa *ikke* forveksles med den præglaciale strandflade (se s. 49).

** Kun Vikerfjeldet et par kilom. NV for Torghatten stak op som en ganske liden holme (se kart fig. 7, nederst paa pladen).

Den ovenfor omtalte opsprækning af fjeldet i NO—SV-lig retning medførte, at bølgeslaget fik et godt angrebspunkt; herved skabtes først en rendeformig indgravning, og inde i denne blev bølgerne presset sammen, saa angrebet kunde gaa for sig med potenseret kraft. Ogsaa maa tages med i betragtning, at den stadige frost-sprængning, naar vandet frøs til is i de mange sprækker i fjeldet, i høi grad maa have hjulpet havet i udgravningen af tunellen.

Kartskitsen (fig. 19) over hullet viser, at udgravningen af hullet ikke alene skyldes angreb fra SV, men ogsaa fra NO.

Da de høiest liggende strandlinjer ofte er nogenlunde dybt indgravede i det faste fjeld, maa havet have holdt sig gjennem et langt tidsrum paa omtrent konstant niveau, da landet laa under sin dybeste indsænkning. Saa hævede landet sig — ikke i et ryk, men jevnt og langsomt — omkring 10 m., men paany fulgte, ved strandlinje-trin no. 2, en længere pause. Der maa saaledes have været god tid til indgravning af Torghat-hullet. — Strandlinje-trin no. 2 ved Torghatten havde, ifølge interpolationen af høiderne paa Leka og i Vik—Brønnø, en høide af med rundt tal 110 m. o. h. — muligens noget høiere, muligens noget lavere; — sandsynligvis svarer bunden i hullet (høide omkring 109—112 m.) netop til det laveste af de to nær hinanden følgende strandlinje-trin.

Prof. *Th. Kjerulf* tænkte sig muligheden af, at Torghat-hullet — og Kinnekloven i nærheden af Kinn, i Nordre Bergenhus amt — skulde være frembragte ved dislokationer. Vi kan gjenkalde os hullets form ved billedet af en H; „i Torghatten har dislokationen nedad bevæget stykket under mellemstregen, og der er et hul.“ * — Som dog allerede *Reusch* har fremhævet, har denne hypothese intetsomhelst holdepunkt; der findes ikke glidstriber inde i hullet, og dets form (se kartskitsen fig. 19) strider mod en forkastnings-theori.

* Citat efter Stenriget og Fjeldlæren, tredje udgave 1878, s. 109.

Foruden det bekjendte Torghat-hul findes der paa Torgøen ogsaa en hel del andre huler, altsaa embryonale Torghathul, deraf flere omtrent i samme niveau som det store hul. Herom henvises til fotografiet (fig. 18) og til *Reusch's* udførlige beskrivelse; et hul, benævnt Mildaholet (48 m. dybt ind i fjeldet) maaltes af ham til høide ca. 114 m. o. h., og et andet hul, benævnt Svartholet, til høide omkring 100 m., — altsaa omtrent i samme høide som selve Torghat-hullet. — Desuden findes flere huler i lavere nineau, bl. a. i den SV-stre fortsættelse af Torghat-hullet, ovenfor gaarden Torget; disse sidste huler, som er indgravede paa samme sprækkesystem som Torghat-hullet, optræder i høide 25—30 m. o. h. og umiddelbart ovenfor en gammel rullestens-strandvold i høide 25 m. o. h.; disse huler blev indgravede under det karakteristiske terrasse-trin 25 m. o. h.

At der findes saa mange huler netop i Torghatten maa — foruden af den isolerede beliggenhed længst ude mod havet ved den tidligere vandstand — afhænge af, at den af talrige sprækker gjennemsatte gamle granit var forholdsvis lidet modstandsdygtig mod havets angreb. — Langs foden af fjeldet omgives den arkæiske granit mod N og NO af de yngre regionalmetamorfoserede skifere, som oprindelig maa have overleiret graniten; denne maa saaledes have været denuderet allerede før afsætningen af de cambrisk-siluriske skifere (glimmerskifer- og marmor-etagerne). Torghattens granitfelt maa følgelig have stukket frem i dagen under en periode *før* den cambrisk-siluriske tid. Der kan saaledes i alle fald være en mulighed for, at Torghat-graniten har været udsat for en sekulær-forvitring under slutten af den arkæiske (algonkiske) eller under begyndelsen af den cambrisk-siluriske tid; dette kan have været en medvirkende aarsag til de mange sprækker i fjeldet. — Jeg vil ikke undlade at medtage denne sidste hypothetiske betragtning, som jeg forøvrigt ikke tillægger nogen større vægt.

I tilslutning til beskrivelsen af Torghat-hullet skal (af *Rekstad*) omhandles en række *huledannelser fra Dønna, Alstahaug og Nesne* ved Ranens munding, som optræder paa de for havet mere udsatte dele af kysten i en høide svarende til strandlinje-niveauet og den marine grænse.

Paa sydvestsiden af Dønna har man 5 huler i *94 m. o. h.* (bundens høide). Tre af disse ligger op for Aakvik og to lidt længere mod øst ved Skogavaagen. Bergarten her er yngre gneis i steiltstaaende lag (omkring 70° fald mod SO) og strøgretning SV—NO. Brændingen har arbeidet sig ind efter lagfladerne parallelt strøgretningen og dannet foruden hulerne flere spalteformede skar i omtrent samme høide.

Den største af hulerne op for Aakvik er arbeidet omtrent 30 m. ind i fjeldet; men taget over den forreste del er styrtet ned og danner en voldformet ur af skarpkantede stene foran det indre parti. Den del, hvorover taget staar igjen, har en længde af 12 m. og en bredde paa omkring 5 m. Høiden aftager indover, idet taget sænker sig saaledes, at det inderst kiler sig ud i fjeldet.

Runde rullede stene kunde ikke findes her, men hulens vægge bærer tydelige merker efter vanderosion.

Paa sydsiden af øen Skorpen har man et par embryonale huler i niveau med den herværende strandlinje (101 m. o. h.), og ved Angersnæs paa sydsiden af Ranen er der ialt 5 huler omtrent i samme høide som den strandlinje (101 m. o. h.), der begynder her.

Paa det yderste (vestligste) af øen Tomma er der 4 fingerformede bergtoppe ved siden af hinanden fra vest til øst. Den vestligste, som er den høieste, er omtrent 200 m. høi og den østligste, som er den laveste, ca. 160 m. De kaldes efter den nærliggende gaard Tommeide for Eidebælgene. Fotografiet paa næste side viser de to vestligste af dem. Der kan ikke være tvivl om, at disse eiendommelige fjeldformer er fremstaaede ved havets erosion, idet brændingen har arbeidet sig ind efter spalter. I den sydvestlige side af den vestligste top er der en hule, hvis bund ligger *94 m. o. h.* Denne hule

sees paa hosstaaende billede. Forrest danner den en høi og vid portal med langt udover hængende tag, indenfor bliver den smalere. Bergarten er glimmerskifer og kvartsitisk bergart med omtrent 30°s fald mod SO, men ved hulen er lagstillingen sterkt forstyrret af store granitgange. I dens ydre parti er der tydelig mærker efter vanderosion, saa der ikke kan være tvivl om, at den er havets verk. Da havet stod



Fig. 22.
Hule i Eidebælgene paa Tomma.

til denne høide (strandlinje-niveauet), laa ogsaa vestsiden af Tomma aldeles frit udsat for det aabne hav mod SV, V og NV. Ogsaa her har brændingen arbeidet sig ind følgende lagflader i strøgretningen.

Paa nordvestsiden af den samme top af Eidebælgene har man i foden en hule i omtrent 25 m.s høide o. h. Aabningen er meget trang, men indenfor vider den sig ud, saa høiden gaar op til 5 m.

Ogsaa paa Trænen (langt tilhavs, 66½° n. br.) findes en række huler; ifølge maaling af *Rekstad* ligger bunden af

Kirkehelleren og af Rauhelleren i høide ca. 55 m. og af Troldhelleren i høide ca. 60 m. o. h. De aller høieste mærker af haverosion gaar op til 70 m. o. h.*

Den *hav-abrasion*, som fandt sted under landets postglaciale hævning, taaler ikke nogensomhelst sammenligning med den vældige abrasion, da strandfladen dannedes (se s. 49). — Der blev under landets dybeste nedsænkning til strandlinjetrinet indgravet en del strandlinjer, og bølgeslaget slog ind en del huler; det materiel, som herved blev fjernet, spillede dog kvantitativt regnet, i forhold til den hele fjeldmasse, en overordentlig liden rolle. — Paa de allerfleste steder finder man de glaciale skuringsstriber aldeles friske i fjeldoverfladen; i regelen har saaledes havet ikke engang abraderet saa meget som 1 dm. af det faste fjeld.

Flytblokke ved havstrømme.

(Af *Vogt*).

Paa øen Leka (65° n. br. og beliggende allernordligst i nordre Trondhjems amt, straks søndenfor grænsen mod Nordlands amt) fandt jeg en dag først en liden rullesten af den karakteristiske chokoladebrune rhombeporfyr nede i fjæren ved Skei og senere to rullestene af samme bergart lige ved landeveien mellem Haug og Vaagan, et stykke ovenfor Haug og i høide henholdsvis 40 og 50 m. o. h. — Stenene er fra *Kristiania-feltet* og viser samme karakter som bergarten i de store rhombeporfyrdækker i Bærum, Asker og Lier. — Den

* For at undgaa misforstaaelse skal udtrykkelig paapeges, at de her omhandlede huler, i og nær ved havets gamle vandstand, er af ganske anden natur end de bekjendte i *kalksten, af det rindende vand* (bække, elve) udvaskede huler og underjordiske elveløb, som man saa ofte møder i Nordland, — mest udpræget i Dunderlandsdalen; de tre største huler er her maalt til længde 265 m. og mindst resp. 450 og 500—520 m. Se beskrivelse af *O. A. Corneliussen* i Det nordlige Norges geologi, s. 177—182, og af *Vogt* i Dunderlandsdalens jernmalmfelt, s. 11—16.

første af disse blokke, i fjæren, blev jeg rent tilfældig opmerksom paa. Vedrørende fundet af de to sidste, i høide 40—50 m. o. h., kan nævnes, at jeg her i et bækkeleie saa en utallighed af aldeles renvaskede stene; jeg bestemte mig til at søge efter blokke fra Kristiania-feltet; inden 10 minutter havde jeg fundet en, og igjen efter et kvarters tid endnu en. Kristiania-blokkene er saaledes her vistnok ikke talrige — ikke en af ti tusind stene er fra Kristiania — men de synes at optræde jevnt, om end ganske sparsomt. — Ogsaa hos presten *Nyhagen* paa Leka saa jeg en porfyrblok fra Kristianiafeltet, taget i fjæren ved Gutvik, paa fastlandssiden lige over for Leka.

Fra kysten i det sydlige og vestlige Norge (Arendal, Kristianssand, Jæderen, Mosterhavn, Søndmøre) har man tidligere observeret en hel række blokke fra Kristiania-egnen. Dette er et fænomen, som allerede prof. *B. M. Keilhau** (1838) for Jæderens vedkommende havde sin opmerksomhed henvendt paa; *Th. Kjerulf*** omtaler en del eksempler fra kyststrækningen Arendal—Jæderen; *H. Reusch**** har fulgt bloktransporten videre til Mosterhavn, Bømmeløen til Søndmøre, lidt forbi Stat. Og nu har vi altsaa paavist den samme bloktransport helt op til grænsen mellem nordre Trondhjems og Nordlands amt.

Specielt vil vi fremhæve, at man fra det sydlige og vestlige Norge har paavist Kristiania-blokke ikke alene i fjæren, men ogsaa et stykke over havet; hvor høit over havet, er i regelen ikke anført.

Som allerede af tidligere forskere paapeget, maa transporten, i alle fald til Søndhordland og videre nordover, skyldes *svømmende is,* drevet frem af havstrømme. — Fra søndre Bergenhus nævner *Reusch* bl. a. Kristiania-blokke af størrelse 2 m. × 1 m. × ¾ m., altsaa af vægt mindst et par tons.

---

* Undersøgelser om . . . . Fremstigning af Landjorden i den . . . . nyeste geologiske tid. Nyt Mag. f. Naturv., B. 1.

** Udsigt over det sydlige Norges geologi, 1897, s. 31.

*** Nyt Mag. f. Naturv. XXII, 1877, s. 243. Sammesteds XXVIII, s. 164.

I forbindelse med ovenstaaende kan ogsaa nævnes de mange fund af flint ude ved kysten i det vestlige og nordlige Norge; saaledes saa jeg paa Leka et stort stykke flint, tilfældig opfisket ved fiskeangel fra havets bund, i et dyb af omkring 200 favne ved Sklinden udenfor Leka. Og *Rekstad* har paa det sydlige af Dønna i skaret mellem Skar og Einviken fundet flere flintstykker, som tildels indeholder fossiler. De laa i typisk strandsand i en høide af 48 m. o. h. (se s. 90).

Samtidig skal ogsaa omtales de talrige fund af forskjellige *pimpstene*, i det nordlige Norge. Disse er udførlig beskrevne af dr. *H. Bäckström**, som sammenstiller alle de ældre observationer paa dette omraade. Af nye iagttagelser kan nævnes, at jeg, sammen med presten *Landmark* paa Flakstadøen, for nogle aar siden (1896) har gravet frem en hel række smaastykker af lys pimpsten (liparit) fra en strandafleining nær Flakstad prestegaard, paa udsiden af Lofoten; pimpstenen laa her i et bestemt niveau, omkring 1 m. over høieste og 3 m. over laveste vandstand, og dækket af ¾—1 m. sand. — Og paa Leka fandt jeg baade lys og mørk pimpsten, i en høide af omkring 20 m. o. h.

Bäckström deler pimpstenene i forskjellige sorter:

lys, liparitisk pimpsten, fundet flere steds i Lofoten; temmelig sikkert fra Island;

sur, glasagtig, dels sort og dels sortbrun andesitpimpsten; nogenlunde almindelig i det nordlige Norge; her optrædende i høide fra omkring 10 op til 15—20 m. o. h.; samt

basisk, olivinførende augitandesitpimpsten, — de to sidste sorter, som ogsaa findes langs stranden paa Grønland og paa Spitsbergen, temmelig sikkert ikke stammende fra noget vulkanomraade ved Atlanterhavet, men fra omegnen af Nordpolen eller, gjennem Behringsstrædet, fra det stille hav. — *Bäckström* henviste (i 1890) til, at den samme havstrøm, som skulde

* Ueber angeschwemmte Bimssteine und Schlacken der nordeuropäischen Küsten. Bih. till k. svenska Vet.-Akad. Handl, 1890, b. 15.

føre Fram over Polarhavet, kan have transporteret pimpstenene den samme vei.

I henhold hertil møder vi paa kysten i det vestlige og nordlige Norge flytblokke transporterede fra to langt fra hinanden beliggende distrikter:

søndenfra, nemlig fra Kristiania-feltet, rundt om Lindesnæs og videre nordover;

og *nordenfra*, nemlig fra polarhavet eller omegnen af Behringsstrædet. — Hertil kommer liparitpimpstenen fra Island.

Kristiania-blokkene maa være transporterede ved svømmende is*, — pimpstenen derimod flyder paa overfladen og forudsætter ikke nogen is-transport.

Paa Leka og forøvrigt ellers i Nordland møder vi pimpstenene paa lavere niveau end de høiest liggende Kristianiablokke;** disse sidste nemlig i høide indtil 50 m. (muligens endog derover), pimpstenen derimod paa Leka i høide omkring 20 m. og ellers i Nordland oftest kun i høide 10—15 m.; ved Angersnæsstranden paa sydsiden af Ranens munding har *Rekstad* forøvrigt fundet pimpstene helt op i høide 40 m. o. h.

De paa Leka optrædende Kristiania-blokke maa være komne hid *tidligere* end den nordenfra stammende pimpsten.

Dette giver et lidet bidrag til forstaaelsen af de havstrømme, som optraadte langs Norges kyst ved slutningen af istiden og under landets stigning. — Det maa forøvrigt her erindres, at ogsaa under nutids forholde kan flottører saavel fra Kristianiafjorden som fra Polarhavet drive iland i Nordland; — fra Kristianiafjorden paa den maade, at flottørene først kommer ud i Nordsjøen og saa driver nordover, og fra Polarhavet derved, at de kommer ned gjennem Danmarksstrædet til Atlanterhavet. — De to slags blok-transporter tillader saaledes ikke nogen bestemt slutning om, at man i en

---

* Det behøver ikke at være isberge (fremkomne ved kalvning), men kan ligesaa godt være løsrevne stykker af isfoden (se s. 76).

** De i fjæren liggende Kristiania-blokke kan være komne did ved nedrasning eller derved, at stenene faldt tilbunds fra den svømmende is.

periode under istidens slut skulde have havt en nordgaaende og i en anden periode en sydgaaende havstrøm.

Paavisningen af Kristiania-blokke transporterede ved svømmende is til Søndmøre og endog helt op til grænsen mod Nordlands amt gjør det, hvad allerede *Reusch* har paapeget, sandsynligt, at i alle fald nogle af de blokke fra Norge, som man nu finder nær kysten i England, Holland, Nordtyskland og Danmark, kan være ført hid ved svømmende is og ikke ved fast sammenhængende landis. — Denne bemerkning maa dog ikke opfattes saaledes, at jeg skulde være nogen tilhænger af den nu forlængst forladte „Drifttheori".

Foruden vulkansk pimpsten optræder, som nærmere af *Bäckström* udredet, langs Norges kyst ogsaa en pimpstenlignende, i regelen temmelig stor-blæret masovnsslag, som stammer fra Middlesbro-distriktet i Øst-England. Denne slag lader man rinde i smeltet tilstand ud i havet; herved bliver den blæret og flyder. Vind og strøm fører den saa videre. — Saadan engelsk masovnsslag-pimpsten, som kun findes i den nuværende strandkant og aldrig ind paa landet, er tidligere for det nordlige Norges vedkommende omtalt fra Vega og fra Finmarken. Selv har jeg seet saadan slag paa Bodøkanten. — I geologisk henseende frembyder denne slag ikke nogen interesse.

Tillæg. — Flytblokke af en typisk *rød sparagmit* optræder ikke sjelden paa søndre Helgeland. Blokke af denne bergart saaes saaledes paa Dønna og omliggende øer, paa Alstenøen, Tjøtta, Mindlandet, Havnøen ved Visten, Halsfjorden samt i Brønnø og Vik. Blokke af samme bergart er fundne i Namdalen* spredte fra rigsgrænsen og vestover og helt til havet. Baade paa Helgeland og i Namdalen er disse sparagmitblokke altid smaa, hvilket tyder paa, at de er komne langveis fra. Paa norsk side har man ikke i disse egne, saavidt det er

* *J. Rekstad.* Mærker efter istiden og postglaciale skjælbanker i Namdalen, Nyt Mag. f. Naturv., XXXVI.

kjendt, noget felt, hvor en saadan bergart optræder. Sandsynligvis stammer disse blokke fra Sverige, hvor man baade i Jemtland og længere mod nord har sandsten og sparagmitartede bergarter. Udbredelsen af blokkene i Namdalen paa hele strækningen fra rigsgrænsen til havet taler sterkt for en saadan antagelse.

Tilbageblik.

Under den store nedisning dækkede landisen hele det nordlige Norge — ogsaa de alleryderste skjær — og naaede sandsynligvis saa langt ud i havet som til haveggen; her, ved grænsen mod det store oceandyb, fandt temmelig sikkert kalvningen af isen sted. Under den sidste store nedisning, som strakte sig helt tilhavs, var isens bevægelsesretning for Helgelands vedkommende i det hele og store fra OSO mod VNV, altsaa lodret paa kystlinjen og paa fjeldkjæden (se fig. 11). — Paa den kontinentale sokkel udenfor Helgelands kyst blev afsat mægtige glaciale grusafleininger (se s. 15).

Fra isens tilbagerykning under den senere del af den sidste nedisning finder vi, i de isolerede endemoræner, som gaar tvert paa dalstrøgene, vidnesbyrd om, at isen under dette stadium havde delt sig op i en række gletschere, som arbeidede sig frem langs efter dal- og fjordløbene. — Saavidt hidtil kjendt, er alle disse endemoræner (beliggende lavere end 100—125 m. o. h.) skiktede; undertiden er de omformede til terrasser, hvilket viser, at havet efter dannelsen af moræneme naaede høiere op end disse.

Under den periode, da landet laa nedsænket til den marine grænse (strandlinje- og det høieste terrasse-trin), havde isen fuldstændig eller i det væsentlige trukket sig tilbage fra havet og fra fjordene, men dækkede fremdeles den indre del af landet.

Indgravningen af strandlinjerne og afsætningen af de med strandlinjerne korresponderende store terrasser i de indre dale (ex. Svenningdalen) forudsætter aabent vand.

Paa den anden side har man flere af hinanden uafhængige vidnesbyrd om, at der fremdeles raadede et arktisk — om ikke netop høiarktisk — klima: 1) nær under strandlinjeniveauet er paavist yoldia arctica (s. 86); 2) selve indgravningen af strandlinjerne er et arktisk fænomen, som forudsætter et meget koldt klima (s. 75); 3) langs kysten fandt sted en bloktransport ved drivis (s. 106).

De om særdeles koldt klima vidnende, i fast fjeld indgravede strandlinjer møder vi fremdeles i et trin ca. 8—15 m. under det maximale, men ikke i niveau med de lavere terrasser, som ude ved kysten grupperer sig om høiderne 55—65 og 25—30 m. o. h.

Allerede i høide 55—65 m. o. h., altsaa i høide ca. 60 % af den totale stigning, træffer vi fossiler, som udviser, at klimaet paa dette stadium var bleven betydelig mildere end tidligere; og fossilerne i den laveste terrasse-gruppe (25—30 m. o. h.) er identiske med de nu ved kysten i det nordlige Norge levende dyrformer.

En mere indgaaende aflæsning af temperatur-forandringerne under landets hævning i det nordlige Norge vil man forhaabentlig kunne opnaa ved fremtidige undersøgelser af torvmyrene.

Strandfladen, som efter vor opfatning i sin helhed er *ældre* end istiden, lærer os, at landet i det nordlige Norge har været gjenstand for en sænkning under perioden mellem strandlinjens abrasion (antagelig tertiær) og strandlinjernes indgravning (den sidste del af istiden).

Den abrasion eller hav-erosion, som fandt sted, efter at isen havde trukket sig tilbage fra kysten, var aldeles uvæsentlig i sammenligning med den vældige abrasion, som skabte strandfladen. — Torghat-hullet og andre huler tilhører strandlinje-perioden (og ikke strandfladen).

Som ellers i det nordlige og vestlige Norge blev ogsaa paa Helgeland landet hævet noget mere i det indre end ude ved kysten, med skraaningsvinkel for hævningen, regnet normalt paa isobaserne, omkring 2½ minut. Videre er hævnin-

gen lavere, jo længere nordover man kommer; skraaningsvinkelen regnet langs efter kystlinjen beløber sig til omkring ½ minut.

Isobasekartet (fig. 15) viser, at isobaserne paa strækningen mellem 62—63° og 70° n. br. forløber omtrent parallelt med haveggen, og at den hypothetisk opkonstruerede isobase for 0 m. i de grove drag falder sammen med haveggen. Den postglaciale hævning skulde efter dette have været begrænset til kontinentet medregnet den kontinentale sokkel, medens derimod havbunden under det dybe ocean skulde have været uberørt af hævningen.

Svenningdalens sølvertsgange.

(I Vefsen, søndre del af Nordlands amt).

Af

J. H. L. Vogt.

Dette gangfelt, som ligger i Vefsen, ca. 44 kilom. søndenfor Mosjøen, har jeg besøgt adskillige gange, først i 1883, derpaa i 1889 og 1890, i hvilket sidste aar jeg opholdt mig i Svenningdalen omkring halvanden uge; senere har jeg i 1894 og 1898 foretaget nogle kortere befaringer af gruberne.

Den efterfølgende beskrivelse har for en væsentlig del foreligget næsten færdig til offentliggjørelse siden begyndelsen af 1890-aarene; senere er dog tilsat afsnittet om parallelen mellem gangfelterne paa Kongsberg og i Svenningdalen.

Nogle oplysninger om Svenningaasfeltets geologi findes i ældre afhandlinger:

H. Reusch. Et besøg i Svenningdalens sølvgruber. Nyt Mag. f. Naturv., b. 26, 1881.

J. H. L. Vogt. De sølvertsførende gange ved Svenningdalen. Norske ertsforekomster, 1ste række, no. IV. Særtryk af Archiv f. Mathem. og Naturv. b. 10, 1886.

Desuden henvises til mit arbeide Norsk Marmor (1897), hvor Vefsen- og Svenningdalens geologi er omhandlet s. 249—258, og hvor ogsaa er medtaget en geologisk kartskitse (planche 6), i maalestok 1 : 200000, over Svenningdalen.

Redegjørelser af teknisk og økonomisk natur angaaende Svenningdalsgruberne er offentliggjorte i en artikel af

J. Johnsen (daværende bestyrer af Jakob Knudsen grube). Meddelelser om Svenningdals sølvgruber. Norges geologiske undersøgelses aarbog for 1891;

desuden i de som manuskript trykte driftsberetninger for Svenningdalens grube (ɔ: den saakaldte Gamlegrube), for hvert enkelt af aarene 1879 til 1885 samt for tiaarsperioden 1877—86; disse aarsberetninger er, naar undtages den for 1879, udgivne af cand. min. *T. Lassen*, som var bestyrer af Svenningdalens grube 1880—86;

ogsaa henvises til de udførlige bergmesterindberetninger, offentliggjorte i bergverksstatistikken.

Grubernes historie er i korthed følgende: Den første ertsgang, som fik navnet Svenningdals gang (eller Gamlegruben), blev fundet i midten af 1870 aarene; efter en foreløbig prøvedrift (sommeren 1877) blev stiftet et aktieselskab, for en væsentlig del af distriktets folk. I de første aar afbyggede man med god fordel et rigt ertsparti i den øvre del af gangen; mod dybet tabte dog dette ertsparti sig temmelig hurtig, og bygning af et større opberedningsverk, som ialt kostede lidt over 100 000 kroner, for tilgodegjørelse af den fra de første driftsaar gjenliggende vaskmalm, rettede ikke i tilstrækkelig grad paa selskabets finances.

En flerhed af de mange andre, i tiden omkring 1880 opdagede ertsgange i Svenningaasen kom i hænderne paa forskjellige smaa-selskaber. Den vigtigste af disse nye gange var den saakaldte Jakob Knudsen gang, hvor man nær dagen stødte paa et ganske stort og rigt ertsparti. Det selskab, som eiede denne gang, indkjøbte i 1886 (eller 1887) den oprindelige fundgrube, med tilhørende opberedningsverk, og fortsatte driften omtrent uforandret til 1894, da arbeidet blev stærkt indskrænket, hovedsagelig paa grund af prisfaldet paa sølv. Senere har driften været ganske liden, med kun 5—10, leilighedsvis ogsaa med et snes mand. — I 1899 blev gruberne overtagne af et selskab i Kristiania.

Oversigt over Svenningdalens geologi.

Som illustreret ved hosstaaende kartskitse (fig. 23), optræder i Svenningdalen med omgivelser en række krystallinske skifere og kalkstene, som er gjennemsatte af et større felt af presset granit.

Mod vest har man i Eiteraafjeldet en mindst 25 kilom. lang og ca. 6 kilom. bred ryg af yngre gneis; saa følger, idet vi vandrer fra vest mod øst, en mægtig zone af urene, krystallinske kalkstene, som bedst kan studeres ved Laksfors (i den NV-stre del af kartomraadet); derpaa møder vi et ca. 40 kilom. langt granitfelt, som mod nord svulmer op til ganske

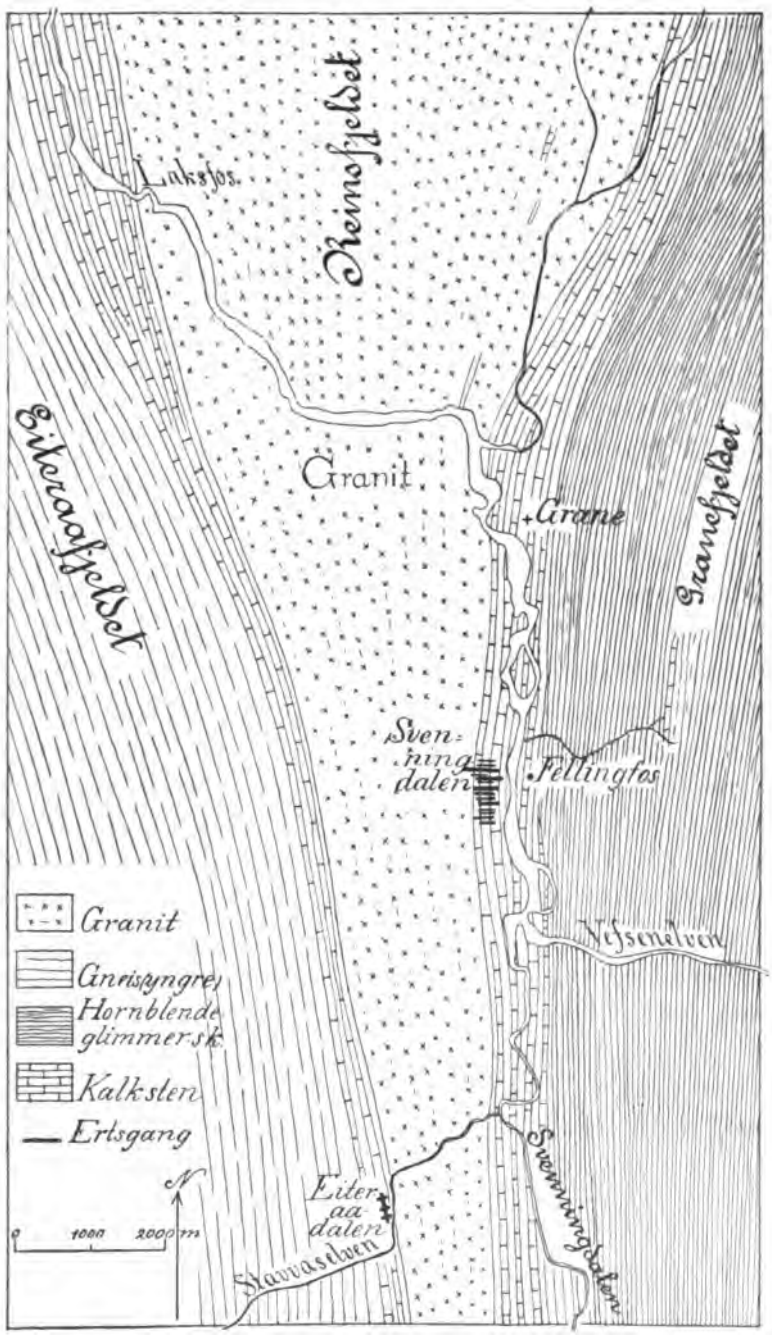


Fig. 23.
Geologisk kartskitse over Svenningdalen med omgivelser.
Maalestok 1 : 100 000.

betydelig bredde; herefter, i bunden af Svenningdalen, paany et drag af urene kalkstene, og endelig mod øst optræder en række af glimmer- og hornblendeskifere, som er gjennemskaarne af Vefsenelvens karakteristiske tverknæk øst for Svenningdalen.

Distriktets orografi er omtalt ovenfor (s. 33): Svenningdalen og Vefsendalen i forløbet nord for Laksfors er typiske strøgdale, udgravede langs efter de mægtige kalkstene; mod SO inden vort kartomraade danner Vefsenelven en tverdal, og en analog tverdal møder vi ogsaa straks nord for Grane kirke, hvor elven til en begyndelse under ret vinkel sætter gjennem graniten.

Denne sidste er lys, sterkt presset, med hvid eller hvidgraa feldspat (cfr. analyse s. 2), ofte noget kloritiseret (protogingranit). — I den søndre del, ved Stavvaselven, er granitfeltet kun 1½ kilom. bredt; ved Svenningdalsgruberne er bredden vokset til 2 kilom.; i Reinfjeldet til 8 kilom., og med lignende bredde fortsætter graniten endnu et stykke nordover. — Som i afsnittet om Helgelands morfologi (s. 29) omhandlet, er granitens høide over havet proportional med feltets bredde (høieste toppe i den søndre, smale del 255, 262, 275, 342 m.; senere, hvor granitfeltet blir bredere, først 390 m., og endelig i Reinfjeldet 632, 721, 814, 913, 860 m.). Om høiden af gneisryggen i Eiteraafjeldet se s. 30.

Graniten er i det hele og store indkilet temmelig nøiagtig langs efter det mægtige kalkdrag, som nu gjenfindes mod vest ved Laksfors—Faldmo og mod øst i bunden af Svenningdalen.* Granitfeltets hovedretning er N—S; da granitfeltet blir bredere nordover, har herved skifernes strøg paa vestsiden af graniten faaet en dragning mod NNV og paa øst-

* Da mægtigheden af kalkdraget er større ved Laksfors—Faldmo end længere sydover langs granitens vestside, — ligeledes større i Svenningdalen end længere nordover, er det sandsynligt, at graniten under en ganske spids vinkel (i retning mod NNV) har overskaaret straterne.

siden mod NNO. — Faldet er omtrent konstant mod øst, oftest 55—75°.

At graniten ikke er en gjenstaaende „horst" af grundfjeld, men af intrusiv natur, *yngre* end de tilgrænsende skifere og kalkstene, følger med absolut sikkerhed deraf, at den omgiver sig med en hel række granitiske apofyrer, og at man undertiden, saaledes f. eks. i Svenningaasen (se kartplanchen tavle I) i detaljen kan observere overskjæringer af straterne. Svenningdals-graniten tilhører den store, i Helgeland og overhovedet langs den norske fjeldkjæde saa sterkt udbredte eruption af lyse, temmelig natronrige graniter, som flere steds ved overgangsled er forbundne med gabbroer, og hvis udbrud maa sættes samtidig med selve fjeldkjædefoldningen (se ovenfor s. 3). Umiddelbart ved granitgrænsen er den graa, urene kalksten flere steds, saaledes f. eks. paa Offersø (lige ved de Syv Søstres granitfelt) og i den vestre del af Svenningaasen, omvandlet til lys marmor, dog uden de ordinære kontaktmineraler. Dette sidste sætter jeg i forbindelse dermed, at kalkstenene her samtidig — eller omtrent samtidig — har været underkastet *baade kontaktmetamorfose og dynamometamorfose*: ved kontaktindvirkningen af graniten er kalkstenenes bituminøse bestanddele udjagede, men dynamometamorfosen har været bestemmende for marmorens mineralselskab og for dens struktur. — Om den nordlandske marmors omvandling ved *kombineret* kontakt- og dynamometamorfose henvises til mit arbeide Norsk Marmor og navnlig til min afhandling Der Marmor in Bezug auf seine Geologie, Structur usw. i Zeitschrift für praktische Geologie, 1898.

Svenningdalens gangfelt.

Gangfeltets størrelse; gangenes antal, længde, mægtighed osv.

Inden Svenningaasens gangfelt, som i N—S-lig retning har en længde af omkring 1 kilom., kjender man, naar der ikke tages hensyn til uvæsentlige gangdrummer, omkring 15—20 enkelte, selvstændige gange. Nogle af disse har en

nogenlunde betydelig længdeudstrækning, — saaledes er gangen i Svenningdalens oprindelige hovedgrube ved stoll og ort ialt opfaret i en længde af omkring 350 m., Jakob Knudsen grubes hovedgang i en længde omkring eller noget over 250 m., og Mellemgangen samt Gang no. II i dagen oprenset i en længde mellem 300 og 400 m.; — andre af gangene er dog, saavidt hidtil kjendte, meget kortere.

Gangenes mægtighed er høist variabel, fra kun nogle faa cm. op til 1 m. og derover, oftest omkring 0.1—0.25 m. Her som saa ofte ellers gjælder den regel, at de rigeste ertspartier ikke netop hører hjemme der, hvor gangene er mægtigst.

Nogen egentlig baandstruktur findes i regelen ikke, og druserum inden selve kvartsgangene er, saaledes som ogsaa i regelen ellers ved kvartsgange, forholdsvis sjeldne. — Etsteds, nemlig inderst inde i Bechs stoll i Jakob Knudsen grube, er kvartsen erstattet ved kalkspat og tungspat, og her er gangen aldeles drusig.

Undertiden finder man paa salbaandet mellem den egentlige kvarts-ertsgang og tilstødende bergart afsat en yngre kalkspatudfyldning, af mægtighed nogle faa cm. op til 1 dm.

Breccie-brudstykker og aldeles opknust sidesten optræder ofte inde i gangene, men spiller i det hele og store ikke en i den grad fremskudt rolle som ofte ellers ved ertsgange.

Om gangspalter, gangknæk, gangfordrumninger osv.

Svenningaasen afgiver et typisk eksempel paa *parallelgang-systemet*: gangene forløber indbyrdes næsten parallelt, i øst—vestlig retning, og de fleste med omkring 60°'s fald mod nord.

Gangene skjærer i regelen under ret vinkel gjennem skiferne og kalkstenene; disses strøg er N—S, gangenes strøg derimod O—V. Vinkelen mellem straternes og gangenes strøg er temmelig nøiagtig 90°, undertiden dog kun nogle og otti grader.

Som bekjendt er dette ogsaa tilfælde ved Kongsberg; herom og i sin almindelighed om den tektoniske analogi mellem spaltedannelsen ved Svenningdalen og ved Kongsberg henvises til et efterfølgende afsnit.

Ogsaa ved talrige udenlandske gangfelter møder vi opspaltning efter parallelgang-systemet; dette er dog sjelden i den grad markeret som ved Svenningaasen, og fra de europæiske gangfelter, af hvilke jeg kjender de vigtigste dels ved personligt besøg og dels af literaturen, ved jeg kun at nævne et eneste eksempel paa en endnu mere udpræget parallelitet mellem gangene end i Svenningaasen. Det eksem-

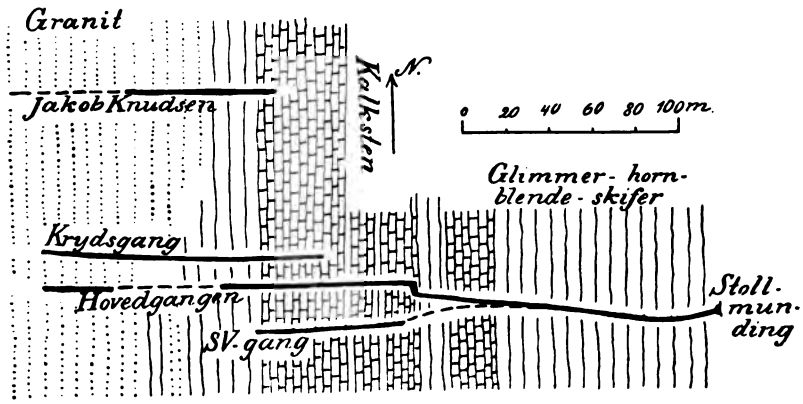


Fig. 24.
Kart over gangene i Svenningdalgruben (Hovedgangen = Gang no. I) og i Jakob Knudsen grube, i niveau med den næstdybeste stoll i Svenningdalsgruben. — Kartet holdt à jour til begyndelsen af 1890-aarene.

pel, jeg her sigter paa, er Kapnik-feltet i Nord-Ungarn, hvor paralleliteten mellem gangene har en næsten mathematisk karakter.

I Svenningaasen sætter gangene paa de fleste steder uden nogensomhelst afbøining eller opsplintring over fra den ene bergart til den anden. Undertiden iagttages dog særegne knæk eller fordrumninger ved grænsen mellem to bergartled af forskjellig tektonisk karakter. — Saaledes kan man i Svenningdalsgruben etsteds helt fra dagen og ned til bundstollen, i omkring 100 m.s dyb, følge et *gangknæk*, idet gangen i et par m.s længde forløber langs grænsen mellem skifer og kalksten (se fig. 25), medens den ellers uden videre sætter tvers

gjennem lagene. — Og i St. Olafs gang har man oppe i dagen endog et *dobbelt gangknæk*, idet gangspalten er bleven afbøiet langs en granitgang (se fig. 26). — Atter andetsteds, som oppe i dagen i den midtre del af Jakob Knudsen og Victorias gangtog, er en i skifer og kalksten mægtig og regel-

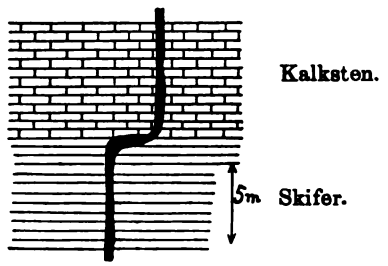


Fig. 25.
Kartskitse af et gangknæk i Svenningdals grube.

mæssig forløbende gang bleven aldeles splintet op i smaadrummer, hvor gangen sætter gjennem en kompakt og stor granitgang.

Fordrumninger og afbøininger som de her beskrevne er meget almindelige ved de udenlandske ertsgange.

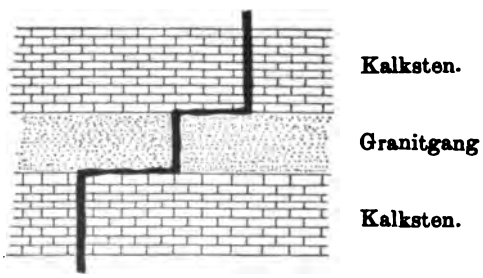


Fig. 26.
Kartskitse fra St. Olafs Gang (af længde ca. 10 m.).

Forkastninger af nævneværdig spranghøide har i regelen ikke fundet sted langs gangspalterne i Svenningaasen; derimod møder man ofte glidspeil langs gangene, angivende en mindre glidning eller forskyvning langs gangen. — Gangfeltet

i Svenningaasen ligger umiddelbart ved den *østre* grænse af det store, centrale granitfelt; ogsaa paa *vest*siden af granitfeltet møder vi, ved Eiteraakrogen, nogle ertsgange i kalksten lige ved granitgrænsen. Paa tilsvarende maade ligger Overbergets og Underbergets gangfelt ved Kongsberg paa hver sin side af et langt, men forholdsvis smalt felt af presset granit; se herom det efterfølgende afsnit om analogien mellem Kongsberg og Svenningaasen, hvor gangspalte-dannelsen nærmere skal omhandles.

De vigtigste ertsmineraler i Svenningaasen er:

Blyglans, efter de talrige analyser af vekslende sølvgehalt, oftest inden grænserne 0.2 % sølv nedad og 0.8 % sølv opad; exempelvis kan nævnes nogle stufprøver: 0.8 % (fra Svenningdalsgruben); 0.85, 0.67, 0.48 % sølv (fra Sydvest-gangen); 0.8 % sølv (fra St. Olafs gang).*

Fahlerts, med sterkt vekslende sølvgehalt; enkelte prøver har vist helt op til 16.26 og 13.87 % sølv (fra to nær hinanden liggende punkter i Svenningdalsgruben); andre fahlertsprøver fra samme grube har givet 5.2 og 4.65 % sølv; den meste fahlerts fra gangfeltet antages dog kun at holde omkring 3—4 % sølv.** — En fahlertsprøve fra Svenningdalsgruben gav 33.1 % kobber.

Rødgyldig (lyserød, proustit eller arsenrødgyldig), i ganske smaa, naalformige krystaller (kun seet hexagonal søile, uden

---

* Samtidig medtages nogle sølvbestemmelser i blyglans fra andre steder paa Helgeland:

Fra Eiteraakrogen (SV for Svenningaasen) 0.32—0.35 % sølv, i næsten ren blyglans.

Fra forskjellige steder i Hatfjelddalen, 0.14, 0.27, 0.28, 0.29 og 0.37 % sølv.

Fra Smøraasen ved Leland, Leirfjorden, 0.094 % sølv.

Fra skjærp i Mofjeldet i Ranen (ca. 100 m. over havet; ¼—1 km. fra fjorden) 0.12, 0.13, 0.143 % sølv.

— Fra Nasa i Sverige, næsten umiddelbart ved den norske grænse, øverst i Dunderlandsdalen, 0.125, 0.15, 0.15, 0.153 % sølv; ifølge *F. Svenonius*, Geol. Fören. Forh. 1895 holdt 12 ton blyglansmalm herfra gjennemsnitlig 70 % bly og 0.155 % sølv.

** Fahlerts fra forskjellige steder i Hatfjelddalen har vist 0.73, 1.75, 1.76 og 2.96 % sølv.

endeflade) observeres hist og her, dog temmelig underordnet; mineralet optræder fortrinsvis som yderst tyndt belæg paa spalter i kvarts og kalkspat, hist og her dog saavidt rigeligt, at det haandskeidede gods kan holde omkring 1.5 % sølv.

Sølvglans, bournonit og geokronit(?) formodes at skulle være fundne, men er ikke sikkert paaviste.

Zinkblende, mørkebrun til brunsort, tilstede i meget rigelig mængde; med lav eller ingen sølvgehalt; nogle prøver af ren eller næsten ren zinkblende har saaledes vist: 0.06, 0.016 % sølv; spor, kun lidet spor sølv.

Arsenikkis, ligeledes ganske rigelig; med ganske lav sølvgehalt: 0.031, 0,023, flere prøver omkring 0.02, 0.007 %; spor sølv i en af tre prøver; spor; 0.00 % sølv.

Antimonglans, i enkelte gangpartier meget udbredt; smaa, daarlige krystaller findes ofte.

Kobberkis, undertiden i smaa krystaller, $\pm \frac{P}{2}$.

Svovlkis og *magnetkis*, begge vanlige; ogsaa magnetkisen undertiden i krystaller (∞ P. OP).

Om det indbyrdes forhold mellem de forskjellige ertser samt om malmens *guldgehalt* henvises til det følgende.

Af *sekundær-dannede mineraler*, i de „øvre gangdyb", har jeg i Svenningdalsgruben, ikke langt fra dagen, fundet *anglesit* (blyvitriol) i smaa, farveløse, ganske fladerige krystaller, og optrædende i druser i blyglans, altsaa dannet — i lighed med den bekjendte sardinianske anglesit — ved en ganske enkel oxydation af blyglansen (fra sulfid til sulfat). Videre kan nævnes antimonokker samt jernokker; det var den røde jernrust langs det udgaaende af Svenningdals gang no. I, som gav anledning til hele gangfeltets opdagelse.

Det *uden sammenligning vigtigste gangmineral* er

kvarts, oftest drøi og kun meget sjelden i krystaller;

hist og her finder man ogsaa lidt *kalkspat* og anden karbonspat (jern- og magnesiaførende). — *Lassen* anfører leilighedsvis at have seet „typisk Kongsberger skiferspat" (stoll F i Svenningdalsgruben; 232 m. fra stollmundingen).

Tungspat er meget sjelden, men optræder lokalt i rigelig mængde, nemlig i en mægtig, men ertstom gang i den vestre del af Bechs stoll (i Jakob Knudsen grube, inde i graniten) sammen med kalkspat.

Flusspat har jeg ikke seet ved noget af mine mange besøg ved gruberne, og dette mineral er her neppe bleven paavist.

Specielt fæster vi opmærksomheden derved, at *i Svenningdalsgangene, som for en væsentlig del gjennemskjærer kalksten, er kvarts det forherskende gangmineral.* Dette viser, at gangmineralet ikke kan skyldes nogen sekretion fra siden, thi i saa fald maatte vi have mødt hovedsagelig kalkspat og ikke kvarts. — Ogsaa ved de „kiesige Bleigänge" ved Freiberg, med hvilke gange de Svenningdal'ske har en saa udpræget lighed, er kvarts det egentlige gangmineral; det samme gjælder ogsaa talrige andre blyglans-fahlerts-gange. Den traditionelle regel, at sølvertsene fortrinsvis skal findes paa kalkspatgange, har saaledes en mængde undtagelser.

*Sammensætningen af den producerede malm.** — I den første driftsperiode, nemlig ved Svenningdalsgruben indtil 1884 og ved Jakob Knudsen grube indtil 1886, var man ved tilgodegjørelsen af malmen udelukkende henvist til haandskeidning; herved fik man stufmalm med i middel omkring 0.5 % sølv. Gehalten i denne malm var selvfølgelig temmelig variabel, — f. eks. ved Svenningdals grube for 1880 vekslende inden grænserne 0.260 og 0.765 % sølv; for 1883 inden 0.23 og lidt over 1 %; ved Jakob Knudsen grube for 1888 inden 0.35 og 0.97 % og for 1889—90 inden 0.217 og 0.73 %; — opgjør for det hele aar viser dog altid et totalresultat paa temmelig nøiagtig ½ %, snarere lidt over end under.

Stufmalmens blygehalt holdt sig i det hele og store ved omkring 7—15 %; eks.: ved Svenningdalsgruben i 1882 gjennemsnitlig for det hele aar 7.8 % Pb; ved Jakob Knudsen grube for 1888 7—18, oftest 10—14 % Pb, og for 1889 10—22, oftest 14—15 % Pb.

Paa grund af den rigelige tilblanding af zinkblende er ogsaa stufmalmens zinkgehalt betydelig, med rundt tal omkring 10—15 Zn; eks.: ved Jakob Knudsen grube i 1888 10-25, oftest 13—20 % Zn og i 1889 oftest 5—10 % Zn.

De forskjellige ertsmineraler er i regelen saa fint sammenvoksede, at man i praksis ikke kan skille ud hvert enkelt for sig; kun rent underordnet kan man skeide ud lidt middels ren zinkblende og arsenikkis.

Da sølvgehalten i ren blyglans i middel ikke overstiger 0.8 %, medens skeidemalmens gehalt gjennemsnitlig kan sættes til 0.5 % sølv og omkring 12 % bly, kan blyglansen i det hele og store kun tilføre malmen henimod tredieparten af det totale sølvindhold; resten, altsaa den vigtigste del, skriver sig fortrinsvis fra fahlerts, underordnet fra rødgyldig og muligens andre sølvrige mineraler.

I midten af 1880-aarene blev der anlagt et vaskeri. Den færdige vaskede malm holdt i 1884—86 gjennemsnitlig 0.232, 0.224 og 219 % sølv (med ydergrænser 0.12 og 0.36 % sølv); senere, 1888—89, gjennemsnitlig 0.26 % (med ydergrænser 0.18 og 0.36 %).

* Dette afsnit er i sin helhed skrevet i 1890; der er saaledes her ikke taget hensyn til senere resultater.

Om produktion og drift ved opberedningsverket oplyser følgende tabel:

	Produceret tons færdig-vasket malm.	à midlere sølvgehalt.	Pr. 100 tons opberedet gods produceret tons færdig vasket malm.	
1884	168	0.232 %	4 50	ved Svenningdalsgruben.
1885	194	0.224 -	3.65	
1886	112	0.219 -	4.75	
1888	204	ca. 0.26 %	4 68	ved Jakob Knudsen grube.
1889	286		5.27	

Man udvandt altsaa af den opberedede godsmasse i middel netto 0.009—0.013 % sølv.

Malmen fra Svenningaasen udmerker sig ved en konstant liden guldgehalt, og specielt ved en relativt høiere guldgehalt, end tilfældet pleier at være ved de til den „gamle bly-sølv-ganggruppe" hørende gange (se herom Zeits. f. prakt. Geol. 1898, S. 389). Stufmalmen fra Svenningdalen holder saaledes næsten bestandig 10—15, middel omkring 12 gram guld pr. ton, og den færdigvaskede malm gjerne 5 eller 5—10 gram guld pr. ton. Guldgehalten er saavidt stor, at den øger malmens værdi.

Malmen fra Svenningdalen er omtrent under den hele driftsperiode bleven solgt til Freiberg sølvverk i Sachsen. De samlede transportudgifter fra gruben, over Mosjøen og Hamburg til Freiberg, har beløbet sig til omkring 40 kroner pr. ton; denne transportudgift er delvis bleven dækket ved malmens guldindhold.

Forædlende indflydelse af gangkryds; erts-udbytte pr. m.² gangflade. — Som allerede berørt, er gangenes ertsføring yderst ujevn, hvad bedst illustreres ved forholdene i Svenningdalsgruben: Her stødte man i nærheden af dagen paa et rigt ertsparti („Erzmittel", se det med sort angivne paa længdeprofilet planche I) af længde med rundt tal 120—150 m. og udstrækning i dyb, efter gangens fald, omkring 70—90 m.; hermed hørte dog det rige parti omtrent fuldstændig op. Ved fortsat drift mod dybet viste det sig, at selve ertsgangen vedvarer regelmæssig, og at den tilmed naar en nogenlunde stor mægtighed, paa omkring 1 m., — men gangen bestaar her (i bund-

stollen) næsten udelukkende af ren kvarts med breccie-brudstykker af sidestenen, men uden erts eller kun med lidt erts hist og her (særlig lidt erts i det ved fig. 25 gjengivne gangknæk).

Som af grubens bestyrer, afdøde bergkandidat *T. Lassen* i begyndelsen af 1880-aarene paavist, var det rige ertsparti i Svenningdalsgruben koncentreret omkring ***krydset mellem hovedgangen og den saakaldte Sydvest-gang***, som skjærer hovedgangen mellem Weideman stoll og stoll F (se fig. 24). — Denne krydsende gang, som er opfaret ved ort eller stoll i niveau med de tre øverste stoller, og som er forholdsvis smal, betegnedes ogsaa i det hele og store ved ganske smuk ertsføring i omgivelserne af krydset, men synes at tabe sig længere borte fra samme.

Ogsaa i Jakob Knudsen grubes gangtog — omfattende Jakob Knudsen hovedgang og flere paralleldrummer, videre Victoria gang, Gustafs gang samt flere gang-udløbere — har man havt erfaring for den regel, at gangene er bedst i omgivelsen af gangkryds.

I Svenningdalsgruben laa det rige parti i sin helhed inden den del af gangen, hvor denne gaar ***gjennem kalksten og skifer***; i Jakob Knudsen grube derimod har det rige parti for en væsentlig del holdt sig ***inde i graniten***. — Den omgivende bergarts natur har saaledes ikke været bestemmende for afsætningen af ertsen paa gangspalterne.

Som det fremgaar af vedføiede driftsstatistik, der er udarbeidet efter de offentliggjorte aarsberetninger, blev der i de *Svenningdals grubeselskab* tilhørende gange, nemlig først og fremst Gamlegruben, videre Sydvest-gangen, underordnet ogsaa Mellemgangen og gang no II, i aarene 1877—1886 ialt udmineret temmelig nøiagtig 8000 m.² gangflade, der leverede i sum 1227 tons malm (omkring 753 tons stufmalm og 474 tons vaskmalm), med samlet sølvindhold omkring 4940 kgr. og til samlet brutto salgsværdi kr. 534 610,00. Uholdig stoll, ort og synk efter gangene kan anslaaes til 1500 m.²; det rige ertsparti har altsaa beløbet sig til omkring 6500 m.²

Pr. m.² gangflade inden det rige ertsparti i Svenningdalsgruben er følgelig i middel bleven produceret 0.18 tons malm (stufmalm med vaskmalm) eller

Driften ved Svenningdals grube, 1877—86.

	Antal arbeidere*	Udbrudt bergmasse. løbende m. ort, stoll, synk.	Udbrudt bergmasse. m.² gangflade.	Udbrudt bergmasse. m.³ berg.	Solgt tons malm.	Skeidemalmens % sølv.	Tons vaskmalm.	Vaskmalmens % sølv.	Indhold kg. sølv i den solgte malm.	Malmens brutto salgssum i kr.	Samlede drifts- og anlægsudgifter i kr.	Udlignet tilskud i kr.	Udbetalt dividende kr.
1877											2 940	14 220	
1878	ca 20-40				161	ca. 0.5			500	53 740	21 900		44 000
1879									350	41 560	27 850		
1880	36	272	1357	3010	226	0.513			1120	130 550	55 390		83 330
1881	53	358	2350	4348	184	0.612			1000	115 870	75 590		27 780
1882	37	233	1333	2659	77	0.479			350	38 460	58 700	111 110**	
1883	58	277	1098	2561	39	0.58			220	24 740	120 960		
1884	40	208	757	1600	176	—	168***	0.232	450	39 710	68 230	11.110	
1885	29	15	408	719	145	—	194	0.224	450	39 390	46 060	22 220	
1886****	15	5	158	298	220	0 60	112	0.219	500	50 580	32 240		
Sum		1368	7461	15194	1227				4490	534 610	509 870	158 670	155 110
		Sum for 1880—86											

* Beregnet efter 270 dagsverk om aaret.

** Til anlæg af vaskeri.

*** Vaskeriet taget i brug vaaren 1884.

**** Verket solgt i 1886 (eller 1887) til Jakob Knudsen grubeselskab.

Driften ved Jakob Knudsen grube, 1882—93.

	Antal arbeidere.*	Udbrudt bergmasse					Solgt tons malm.	Salgsmalmens gjennemsnitlige % sølv.	Kg. sølvindhold.	Malmens brutto salgssum i kr.	Drifts- og anlægs-udgifter i kr.**	m.² gangflade pr. tons udbragt malm.	Samlede udgifter pr. tons udbragt malm i kr.
		m.³ ort.	m.³ synk.	m.³ stross.	m.³ i sum.	m.² gang-flade.							
1882 &83	12 &17					1217	110	ca. 0.7	ca. 750	59 852	42 389	9.94	346
1884	33	685	303	1311	2299	1062	157	ca. 0.6	ca. 1000	91 240	49 263	6.31	294
1885	43	567	527	820	1914	937	131	ca. 0.55	ca. 750	58 371	53 098	7.17	406
1886	48	485	128	1729	2341	1310	138	0.55	765.2	58 863	59 047	7.73	348
1887	55	819	229	2003	3051	1544	222	0.51	1137.4	110 141	71 264	6.98	314
1888	79	1484	648	2016	4149	2006	224	0.40***	884	82 004	93 452****	7.16	334
1889	75	1242	354	2795	4390	2299	386	0.30	1177	106 605	89 189	6.06	
1890	60	890	444	1010	2344		311	0.25	782	77 574	74 940		
1891	61	1146	296	2014	3457		297	0.27	815	73 513	71 913		
1892	47	773	263	1263	2299		291	0.31	910	70 940	59 630		
1893	33	510	455	1233	2198		242	0.30	731	50 400	45 074		
Sum					28442				9701.6	839 503	709 259		

malm med ca. 0.5 % sølv.

* Beregnet efter 24 arbeidsdage i maaneden.
** Heri indbefattet transport, generaludgifter, reparationer osv., men ikke indkjøb af Svenningdal grubes eiendele med opberedningsverk, heller ikke af gaardeiendom.
*** I 1882—87 næsten udelukkende stufmalm, i 1888 og efterfølgende aar ogsaa en hel del vaskmalm med lavere sølvgehalt.
**** Bl. a. en hel del stollarbeide

omkring 20 kg. bly, *0.75 kg. sølv* og 2 gram guld, desuden omtrent lige saa meget zink som bly samt nogle faa kg. kobber;

brutto-udbytte pr m.² gangflade = kr. 82.

Til støtte for rigtigheden af denne beregning kan anføres, at, ifølge min tidligere beskrivelse over Svenningdalsfeltet (Norske ertsforekomster no. IV), var inden det foreliggende rige ertsparti indtil 1ste januar 1883 ialt udmineret 4400 m.² gangflade, hvoraf var bleven produceret 647 stufmalm (med samlet sølvindhold omkring 3350 kgr.) til brutto salgsværdi kr. 338 000,00;

i m.² gangflade havde altsaa indtil udgangen af 1882 leveret 0.14—0.15 tons stufmalm, eller 0.76 kg. sølv, værdi kr. 87. — Hertil blir dog at lægge nogen produktion af den senere tilgodegjorte vaskmalm.

For aar 1880 beløb udbyttet pr. m.² gangflade (det rige ertsparti inklusive uholdig ort og synk) sig til 0.142 tons malm (stufmalm) à 0.513 % sølv; altsaa pr. m.² gangflade 0.73 kg. sølv.

I *Jakob Knudsen grubeselskabs gange* (for slutten af 1880-aarene ogsaa medregnet en ubetydelig drift i Svenningdalsgruben) blev 1882—89* ialt afbygget 10.375 m.² gangflade, der leverede i sum 1368 tons malm (omkring 870 tons skeidemalm og 500 tons vaskemalm) med omkring 6460 kg. sølvindhold og til samlet brutto salgssum kr. 557 076. Uholdig stoll, ort og synk kan anslaaes til henimod 1000 m.² gangflade: ertsfeltet eller felterne altsaa til ca. 9500 m.²

Pr. m.² gangflade inden Jakob Knudsen grube blev altsaa, i aarene 1882—89, produceret 0.14 tons malm (stufmalm med vaskmalm);

eller omkring 15—20 kg. bly, *0.68 kg. sølv* og 1.5—2 gr. guld; desomtrent ligesaa meget zink som bly samt nogle faa kg. kobber;

brutto-udbytte pr. m.² gangflade = kr. 56.

For aarene 1890—93, i hvilken tid der blev udbrudt ialt 10 300 m.³ berg i gruben og produceret malm med sølvindhold 3238 kg., maa udbyttet af kg. sølv pr. m.² gangflade have været omtrent som tidligere. For de efterfølgende aar, 1894—99 har driften været meget mindre end tidligere, og har jeg for disse aar ikke nogen detaljeret driftsstatistik at meddele.

De talrige gange i den søndre halvdel af Svenningaasens gangfelt — Brokks eller Søndre gang, Mellemgangen, Tythaugen, No. II, St. Olafs gang, Løiplid, Kovhaugen, med afstand fra sidstnævnte gang til Svenningdals-gangen lidt over 500 m. — har hidtil kun været gjort til gjenstand for rent foreløbigt skjærpearbeide, ved gravning og minering oppe i dagen; paa et par steder har man ogsaa sat ind nogle smaa og korte stoller. Oppe i dagen har man flere steder truffet paa nogenlunde god malm, — f. eks. i Mellemgangen, Gang no. II** og St. Olaf gang; —

---

* Den hosstaaende driftsstatistik for Jakob Knudsen grube har jeg for tiden til og med 1889 sammenstillet paa grundlag af selskabets aarsregnskaber; for den efterfølgende tid efter opgaverne i den officielle bergstatistik, hvor dog oplysning om udbrudt m.² gangflade mangler.

** Om disse bemærker *T. Lassen* i driftsberetning af 1881: Mellemgangen blev ved gravning undersøgt i en længde af 240 m., og herved viste det sig, at der paa 2 steder fandtes erts. Det ene sted laa

og aarsagen til, at man her ikke tidligere gik igang med større arbeide, var i alle fald for en væsentlig del, at disse gange var fordelt paa en hel række forskjellige smaa-selskaber, som manglede den fornødne kapital. Hertil kommer for de senere aar det store prisfald paa sølv, hvilket har været af indgribende betydning for den hele drift.

	Pris pr. kg. sølv.
1878—1884	133—137 kr.
1885—1891	113—128 „
1892—1893	95—105 „
1894—1899	70— 75 „

End mere har dette prisfald gjort sig gjældende for Svenningaasen, fordi transporten til udlandets smeltehytter (ca. 40 kr. pr. ton malm) og smeltehytternes godtgjørelse for smeltningen har været konstante. Ved malm med 0.4 % sølv = 4 kg. sølv pr. ton malm kan disse to afdrag i sum anslaaes til med rundt tal 25—30 kr. pr. kg. sølvindhold; medens saaledes malmen (ved 0.4 % sølv) i begyndelsen af 1880-aarene havde en værdi *paa grubebakken* af lidt over 100 kr. pr. kg. sølvindhold, er værdien nu sunket ned til kun omkring 45—50 kr. pr. kg. sølvindhold, — altsaa til under halvdelen af den tidligere værdi.

Oversigt over driften i Svenningdalen.

Sølvindhold i den samlede produktion.

Svenningdals grube	1877—86	ca. 4940	kg.	sølvindhold
Jacob Knudsen grube	1882—93	„ 9710	„	—
	1894—99	„ 2000	„	—
Sum	1877—99	ca. 16650	kg.	sølvindhold;

altsaa med rundt tal 16 500 kg. sølvindhold.

Kongsberg sølvverk producerer aarlig ca. 5000 kg. sølv; Svenningdalen har saaledes i sum i løbet af lidt over 20 aar præsteret malm med saa meget sølvindhold som Kongsberg i løbet af 3 aar.

---

temmelig langt nede, men syntes at være ubetydeligt. Det andet sted laa længere oppe, og her fandtes af og til i en længde af 60 m. erts med en mægtighed af 1 til 4—6 cm. Ved to smaa strossearbeider blottedes gangfladen i en samlet længde af 10—15 m. og en høide af 1—2 m. Arbeidet betalte sig rigeligt, idet man fik ½ tons god erts . . . . No. II opgravedes i en samlet længde af 260—270 m. Man fandt ogsaa her 2 adskilte partier førende erts. Det øverste, næsten oppe ved granitgrænsen, indeholdt erts i en længde af 8—10 m., men syntes ikke at være af stor betydning . . . . Det nedre parti derimod . . . . førte i en længde af 30—40 m. meget god og tildels temmelig mægtig erts, dels tæt indsprængt i kvarts, dels mere kompakt indtil 10—12 cm. ren blyglans med 0.6—0.7 % sølv . . . .

Driftens økonomiske resultat.

		Indtægt	Udgift
Svenningdals grube	1877—86	534 610 kr.	509 870 kr.
Jacob Knudsen grube	1882—93	839 483 „	709 259 „
	1894—99*	ca. 120 000 „	ca. 100 000 „
	Sum	ca. 1 495 000 kr.	ca. 1 324 000 kr.

Eller med rundt tal:

Samlet driftsindtægt	ca. kr. 1 500 000
Samlet driftsudgift	„ 1 325 000
	Netto kr. 175 000

Her er ikke medregnet i indtægt for Svenningdals grube — og omvendt heller ikke i udgift for Jacob Knudsen grube — den kjøbesum, som sidstnævnte selskab gav i 1886 (eller 1887) for det førstnævnte. Beløbet var forøvrigt ikke af nogen væsentlig høide. — Heller ikke er medregnet indkjøb af en eller flere gaarde, og hermed analoge udgifter, men kun selve verksdriften, med malmtransport, administration og øvrige generaludgifter.

Resultatet har altsaa i korthed været, at verksdriften, regnet en bloc for begge selskaber, har dækket sine løbende udgifter, betalt tilbage de oprindelige anlægsudgifter (herunder navnlig med rundt tal kr. 100 000 til vaskeri) og desuden givet et samlet netto-overskud paa med rundt tal kr. 175 000. — Her er intet hensyn taget til salg af grubeaktier. — et salg, som i tiden omkring 1880 antog ganske store dimensioner.

Driften i Svenningaasen var indtil midten af 1880-aarene — saa længe man endnu havde gode sølvpriser — i høi grad generet derved, at eiendomsretten til de forskjellige gange — takket være vor paa dette omraade aldeles antikverede berglov (af 1842), som hjemler længdeudmaal med „Vierung" eller bredde kun 3½ favn = 6.6 m. paa hver side side af gangen — var opsplittet mellem forskjellige mindre grubeselskaber, som ikke optraadte efter fælles plan, men som tvertom jevnlig laa i strid og proces med hverandre. —

* Opgaverne for 1894—99 ligesom ogsaa sølvproduktionen i disse aar er af skjønsmæssig natur; for aarene 1894 til og med 1897 beløb de samlede indtægter sig til 81 632 kr., hvoraf en god del var netto.

Herved fremkaldtes mange overflødige grubeudgifter. Ved de to hovedgruber, Svenningdals grube og Jacob Knudsen grube, hvilken sidste i dagen kun ligger 60 m. og i dybet kun med rundt tal et snes m. nord for den første grube, havde man saaledes et *dobbelt*sæt af stoller, og etagerne var ikke anlagte i samme høide; ved det senere foretagne gjennemslag mellem gruberne fik man saaledes en betydelig høideforskjel mellem etage-orterne, med heraf følgende omladning af godset. — Efter et overslag, som jeg i sin tid gjorde op sammen med bestyreren af den ene af disse gruber, er herved grubedriften i gangfeltet bleven paabyrdet med en ekstraudgift paa med rundt tal 100 000 kr. Endvidere blev i den tid, da gruberne gik med godt overskud, ethvert større rationelt forsøgsarbeide, saaledes specielt en nord—syd-gaaende stoll, som paa dybet kunde overskjære samtlige gange, fuldstændig umuliggjort, idet der ikke kunde blive nogen enighed mellem de mange forskjellige grubeeiere.

Produktion pr. m.² gangflade.

Inden de *ertsførende* partier — i Svenningdalsgruben af fladeindhold (regnet efter gangens fald) ca. 6500 m.² og i Jacob Knudsen grube indtil udgangen af aar 1889 ca. 9500 m.², og for den hele driftsperiode (1882—99) i denne grube ca. 15 000 m.², — er gjennemsnitlig bleven produceret:

	pr. m.² gangflade.
Svenningdals grube	ca. 0.76 kg. sølv
Jacob Knudsen grube	„ 0.68 „ „

altsaa med rundt tal *pr. m.² gangflade* gjennemsnitlig ⅔—¾ *kg. sølv, desuden 1.5—2 gr. guld, 15—20 kg. bly;* omtrent ligesaa meget zink som bly og nogle faa kg. kobber.

Og værdien af malm* *pr. m.² gangflade* beløb sig til:

I Svenningdals grube, 1877—86 . . . *kr. 82* (indtil udgangen af 1882 kr. 87);

og i Jacob Knudsen grube, for aarene 1882—89 *kr. 56.*

* Malmens værdi ifølge salgsopgjør med smeltehytterne i Freiberg.

At udbyttet pr. m.² gangflade her er lavere, stammer dels af de synkende sølvpriser og dels af, at i Svenningdalsgruben var malmen i og for sig rigere, men samtidig ogsaa mere ujevnt fordelt.

Til sammenligning skal vi medtage en oversigt over udbyttet pr. m.² gangflade ved Freiberg:

I de tre decennier 1851—61, 1862—71 og 1872—81 gjennemsnitlig for alle gange, erts til værdi resp. 39.50, 46 og 51 Reichsm.*

Og for de forskjellige slags gangformationer:**

	Ertsværdi pr. m.² gangflade.	
	1877—81	1886—90
Edle kvartsformation	67 Rm.	72 Rm.
Kisige blyformation	43 „	28 „
Edle blyformation	50 „	36 „
Barytiske blyformation	41 „	46 „

Ifølge *A. W. Stelzner**** leverede de „kiesige Bleigänge" ved Himmelfahrt grube i 1883, ved afbygning af 33 659 m.² gangflade, pr. m.² gangflade 0.23 kg. sølv, 61.45 kg. bly (og 1 gr. nikkel-kobolt, desuden zink, kobber osv.).

Svenningdalsmalmen er indløst efter omtrent samme ertstarif som Freibergermalmen.

Ved Kongsberg stillede driftsresultatet gjennemsnitlig for de ni aar $18^{90}/_{91}$—$18^{98}/_{99}$, ifølge velvillig opgave af bergkand. *A. Getz*, sig paa følgende maade: i Kongen og Armen grube 2.30 kg. og i Gottes Hülfe grube 1.36 kg. sølv pr. m.² opfaret og afbygget gangflade (uholdige orter medregnet). — Fra 1830 til 1885 fik man i det usedvanlig rige parti i Kongens grube gjennemsnitlig med rundt tal 9 kg. sølv pr. m.² gangflade (se en afhandling af mig i Statsøkonomisk tidsskrift for 1900).

Naar man vil drage parallel mellem driftsresultaterne fra Svenningdalen og fra Freiberg, maa man tage hensyn til, at for Freiberg er den *hele* gangflade medregnet, for Svenningdalen derimod kun de *ertsførende* partier (altsaa ikke medtaget

* Ifølge *Gottschalck*, Ueber die durchschnittliche Ergiebigkeit der FreibergerErzgänge. Jahrb. f. d. Berg- und Hüttenwesen Sachsens, 1883.

** Beregnet paa grundlag af *H. Müllers* tabeller i Freibergs Berg- und Hüttenwesen; 1ste og 2det oplag.

*** Zeits. f. prakt. Geol. Okt. 1896.

uholdige orter og synker inden gangfladen). Vil man følge dette princip ogsaa for Freiberg, maa opgaverne for udbyttet pr. m.^{2} gangflade øges noget, nemlig med omkring en femtedel.

Ialt blir resultatet, at Svenningdalsgangene *inden de ertsførende partier* fører malm til mindst ligesaa høi salgsværdi som Freibergergangene; men til gjengjæld er ertsen meget jevnere fordelt paa gangfladerne i Freiberg end i Svenningdalen; i Freiberg har man ogsaa lavere arbeidsløn og næsten ingen transport til hytte.

Hvad specielt angaar parallelen mellem Svenningaasen og de temmelig analoge „kiesige Bleigänge" ved Freiberg, saa er paa disse gange sølvmængden pr. m.^{2} gangflade lavere ($\frac{1}{4}$ kg. mod $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ kg.), men blymængden høiere (60 kg. mod 15—20 kg.) end i Svenningaasen; desuden fører gangene her noget antimonglans, som omtrent mangler paa de tilsvarende gange ved Freiberg, men forøvrigt er ligheden i det hele og store ganske paafaldende.

Hvis man vil optage Svenningaas-feltet til drift i større maalestok, bør man arbeide sig ned mod gangkrydset i dybet mellem Svenningdals-gangen og Jacob Knudsens hovedgang — som man ser paa profilet pl. 1, maa disse to gange temmelig sikkert støde sammen i ikke saa særdeles stort dyb under grundstollen, — og endvidere bør man gjøre et stort, nord—syd-gaaende tverslag, til overskjæring af samtlige gange inden gangfeltet.

I *Fellingfosaasen*, en halv kilom. øst for Svenningaasen og paa østsiden af Vefsenelven, optræder et par ganske smaa øst—vest-gaaende gange, desuden en nord—syd strygende, fahlbaand-lignende leiegang, den sidste med zinkblende, uden eller omtrent uden blyglans.

Ved *Eiteraakrogen* — beliggende i ret linje 5 kilom. SSV for Svenningaasen, og paa *vest*siden af granitfeltet, medens Svenningaasen ligger paa *øst*siden — møder vi ogsaa endel ertsgange, lige ved kontakten mellem graniten og tilstødende kalksten og skifer. De fleste gange sætter her i netverk gjennem et bestemt kalkstenslag; desuden findes gange næsten nøiagtig paa grænsefladen mellem granit og skifer. Gangene fører hovedsagelig blyglans, videre lidt zinkblende, men kun spor af kis; om fahlerts her med sikkerhed er paavist, kan jeg ikke sige.

I Stavvaselvens dalføre har man en liden ertsgang midt inde i selve granitfeltet (gangen 0.03—0.15 m. bred, fulgt i 20—30 m.'s længde, førende noget blyglans, zinkblende, kis osv. i kvarts). — En lignende

liden gang, bl. a. med arsenkis, har jeg tilfældigvis seet inde i graniten, men ganske nær skifergrænsen, i nærheden af gaarden Nygaard ca. 12 kilom. nord for Svenningaasen.

I *Hatfjelddalen*, omtrent midtveis mellem Svenningdalen og rigsgrænsen, findes en hel række smaa blyglans—fahlerts-forekomster, nemlig i en zone af mindst et snes kilom.s længde fra Elvsvaselven nær Hatfjelddalens kirke og sydover. Under en reise i 1890 noterede jeg mig følgende lokaliteter: nær Elvsvaselven, Tømmerdalen, nær Unkarelven, Pantdalsli, Mikkeljordet, Ørjedalskjærn, Gruplandshaugen, Ørhaug, Kvalpskaraxelen, Sønsgartind. Paa de fleste steder sidder ertsen, nemlig blyglans og fahlerts med zinkblende, svovlkis og kobberkis, undertiden ogsaa forvitringsprodukter (malachit og lazur) i kvartsgange, som i netværk gjennemsætter en kavernøs dolomit. Gangene er smaa og høist uregelmæssige, og ertsen sparsom; forekomsterne saaledes uden betydning. — Nogle sølvbestemmelser i blyglans og fahlerts fra Hatfjelddalen er gjengivne ovenfor, s. 121. Et par oplysninger om disse aldeles ubetydelige forekomster findes i den trykte bergmester-indberetning for 1883 og i en beskrivelse af *O. N. Hagen* i Magazin for Bergmandsefterretninger, 1881. Se ogsaa en notits om disse smaa-gange og om de uvæsentlige fund af kobbermalm i serpentinen i „Hatten" i Hatfjelddalen, i *O. A. Corneliussens* afhandling i Det nordlige Norges geologi, 1891, s. 166.

Ogsaa flere steds ellers inden vort kartomraade møder vi forekomster med blyglans og zinkblende; saaledes

nær *Leland i Leirfjorden* (Smøraasen, 2 kilom. N—NNO for Leland gaard). Der optræder her en leieformig gang, med strøg 0 10° N, mellem kalksten og skifer. Gangen fører mest magnetkis og blyglans (se sølvprøve anm. side 121) samt lidt zinkblende. I midten af 1880-aarene blev her udført lidt grubearbeide (se bergmester-indberetning for 1884), men med daarligt resultat, og forekomsten er antagelig uvæsentlig. Den optræder ca. ¾ kilom. fra grænsen mod et stort granitfelt.

Ved *Husvik i Halsfjorden, Tjøtlø* optræder en leieformig blyglans—zinkblende-forekomst, som blev opdaget for et par aar siden, og som har givet anledning til en ganske omfattende forsøgsdrift (1898—99). — I Kjærringvikfjeldet paa udsiden af Halsfjorden møder vi et granitfelt, af samme beskaffenhed som f. eks. i de Syv Søstre og i Svenningdalen (fig. 4, 23); længere inde i fjorden hersker gneisbergarter, med glimmer- og hornblendeskifere samt nogle smale kalkstenslag, — det hele sterkt gjennemsat af granitgange. Strøget er temmelig nøiagtig nord—syd og falder steilt, snart nogle grader mod øst, snart mod vest.

Den leieformige ertsgang — eller rettere, de leieformige parallelgange — kan, om end med meget vekslende ertsføring, hist og her ogsaa med ertstomme mellempartier, følges i en

længde af omkring 4 kilom. Gangdraget, som ofte har en fahlbaand-lignende karakter, forløber langsefter smale kalkstenslag, oftest saaledes, at malmen sidder inde i selve kalkstenen eller paa grænsen mellem kalkstenen og de tilgrænsende krystallinske skifere. At forekomsten i virkeligheden er gangformig — og ikke noget leie, afsat samtidig med straterne — følger deraf, at man ofte ser overskjæringer; eksempelvis kan nævnes, at ved et af de paabegyndte skjærp staar skiferne og kalkstenen med fald 80° mod øst, ertsgangen derimod med fald 70° mod vest. — Trods disse overskjæringer følger malmdraget i flere kilometers længde næsten nøiagtig efter et bestemt skifer- og kalkstensstrøg. — Ertsgangen gjennemskjæres af granitgange, som altsaa er yngre end ertsdannelsen.

De vigtigste ertsmineraler er *zinkblende* og *blyglans*; videre findes magnetkis, arsenkis og lidt kobberkis. Ertserne er hovedsagelig opblandede med forskjellige slags hornblendemineraler (sort hornblende, staalsten), granat, kvarts, glimmer, feldspat, kalkspat osv. Paa flere steder optræder malmen, hovedsagelig zinkblende og blyglans, som jevnlig er meget intimt sammenvoksede, nogenlunde fri for opblanding med gangmineral; andetsteds derimod spiller de sidste en ganske vigtig rolle. — Fahlerts eller andre egentlige sølvertsmineraler var ved mit besøg sommeren 1899 ikke med sikkerhed paaviste. — Mægtigheden er høist variabel, fra en eller et par dm. op til et par m., leilighedevis kanske derover; i de bedre, hidtil kjendte partier kan den midlere mægtighed anslaaes til omkring ½ à 1 m. — Driften er endnu ikke saa langt fremskreden, at man har vundet noget resultat over, hvor meget malm man gjennemsnitlig kan paaregne pr. m.^{2} gangflade; for i alle fald at give nogen idé om forholdene kan nævnes den rent foreløbige og skjønsmæssige kalkyl, jeg gjorde op ved mit besøg sommeren 1899, — nemlig at man i de bedre malmpartier pr. m.^{2} gangflade skulde kunne paaregne mindst 1 ton vaskmalm, og at denne igjen ved vaskning skulde levere 40—50 dele rig zinkblendemalm, 15—20 dele

rig blyglansmalm, rest hovedsagelig magnetkis og graaberg. — Kun en bagatel af malmen kan haandskeides tilstrækkelig ren til metallurgisk brug; den aldeles overveiende del maa opberedes, paa zinkblende og blyglans hver for sig. Skal drift etableres, maa man nødvendigvis have moderne vaskverk paa stedet.

Om malmens sammenssætning, navnlig om sølvgehalten i blyglansen, faar man nogen oplysning af følgende analyser, som jeg velvillig har faaet mig tilstillet fra feltets eiere.

Fra feltets midtre og nordre del:

Nogenlunde rene blyglansstuffer har vist 0.12 % sølv. — Andre malmprøver og mindre gjennemsnitsprøver:

62.70 % bly		0.091 % sølv
52.20 - „		0.042 - „
46.32 - „		0.035 - „
40.05 - „	10.48 % zink	0.025 - „
38.46 - „		0.024 - „
32.10 - „	12.30 - „	0.022 - „
28.80 - „	11.17 - „	0.015 - „
	32.09 - „	0.018 - „
	40.06 - „	0.0022 - „

Fra feltets søndre del:

Forskjellige gjennemsnitsprøver har vist:

37.90 % bly	20.7 % zink	0.03 % sølv
24 - „	23 - „	0.03 - „
15.95 - „	30.15 - „	} ikke bestemt.
9.7 - „	28 - „	

I henhold til alle disse analyser vil det af den opberedede blyglansmalm producerede verkbly gjennemsnitlig komme til at holde med rundt tal 0.08 % sølv.

Husvik-forekomsten har adskillig lighed med den ovenfor (s. 133) omtalte fahlbaand-lignende leiegang af zinkblende i Fellingfosaasen, ½ kilom. øst for Svenningaasen.

Det er naturligt at opfatte de forskjellige blyglans—zinkblende-forekomster i Søndre Helgelands kystparti* — saavel spaltegangene i Svenningaasen som de leieformige gange ved Husvik, videre i Fellingfosaasen, ved Leland osv. — som udgjørende *i geologisk henseende en enhed*; dette bestyrkes ogsaa

* Her er Hatfjelddals-forekomsterne, som er af anden natur, ikke medregnede.

derved, at de alle optræder i umiddelbar nærhed af granitfeltene.

I Svenningaasen er ertsgangene *yngre* end graniten; ved Husvik, hvor malmen ofte gjennemskjæres af granitgange, derimod *ældre* end graniten. Dette antyder, at malmdannelsen i sin almindelighed maa have fundet sted nogenlunde samtidig med graniteruptionerne (og med bergkjædefoldningen), — nemlig snart noget før og snart noget efter udbruddet af graniten.

Om analogien mellem gangspaltedannelsen ved Svenningdalen og Kongsberg, og mellem gangudfyldningen ved Svenningdalen og Freibergs „kiesige Bleiformation".

Baade Svenningdalen og Kongsberg er karakteriseret ved et system af *parallelgange*, som under omtrent *ret vinkel* gjennemskjærer de krystallinske skifere, og som fortrinsvis optræder umiddelbart *langs grænsen af presset granit.* — For nærmere at udrede dette for Kongsbergs vedkommende skal jeg rekapitulere mine undersøgelser fra de senere aar over dette felt:

hvad man i ældre dage ved Kongsberg betegnede som „graa gneis",* er i virkeligheden en presset, intrusiv granit (natrongranit);**

denne granit er ved overgangsled forbundet med den pressede gabbro (i Jonsknute-feltet);

den pressede granit danner et langt, men kun 1 til $1\frac{1}{3}$ kilom. bredt felt mellem Overberget og Underberget;

de to hoved-fahlbaand, paa Over- og Underberget, optræder umiddelbart langs grænsen af den pressede granit; fahlbaands-impregnationen fortsætter undertiden (f. eks. i Gottes Hülfe grube) ogsaa et stykke ind i den pressede granit, hvoraf

* F. eks. i det saakaldte „Stenbrudbaand".

** Se herom min afhandling Ueber die Bildung des gediegenen Silbers, besonders des Kongsberger Silbers usw, i Zeits. f. prakt, Geol. 1899; analyser af graniten s. 177.

følger, at kisen er yngre end graniten og dermed ogsaa yngre end skiferne;

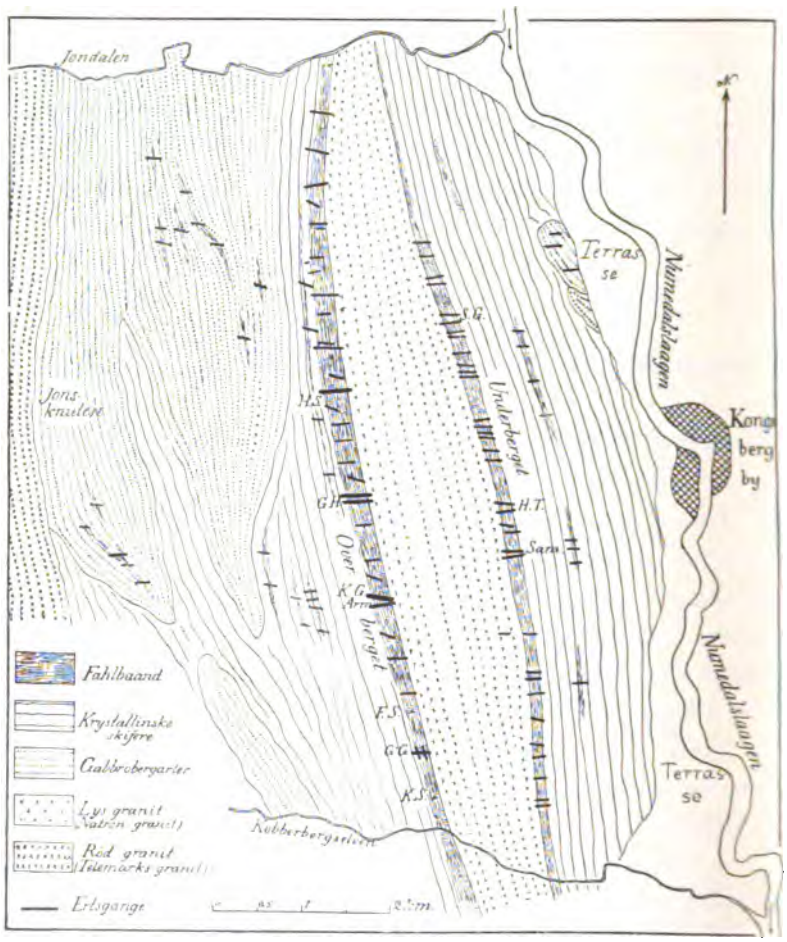


Fig. 27.

Oversigtskart over Kongsbergfeltet, mellem Jondalen og Kobberbergsdalen. Maalestok 1:80.000. — Med benyttelse af ældre kilder udarbeidet af *Vogt*.

Hvad her er betegnet som krystallinske skifere, bestaar utvivlsomt for en del (eller i sin helhed??) af eruptiver, som er udpressede til fuldstændig skifrige bergarter.

K. S. Kristian stoll. G. G. Gabe Gottes. F. S. Fredrik stoll. Arm. K. S. Armen og Kongens grube. G. H. Gottes Hülfe in der Noth. H. S. Hans Sachsen. Sam. Samuel grube. H. T. Hellig Trefoldighed. S. G. Segen Gottes.

de fleste gangspalter paa Kongsberg optræder umiddelbart langs grænsen af den pressede granit (se kartskitse fig. 27), men findes forøvrigt spredt over det hele felt. Gangene ved granitgrænsen fortsætter flere steds (eller i regelen) ind i selve graniten;* ogsaa inde i selve granitfeltet — ligeledes inde i gabbrofelterne (Jonsknuten, Vinoren) — møder vi en del gange, dog ikke i saa stort antal som i zonen netop langs granitgrænsen.

Gangudfyldningen og koncentrationen af sølvet langs fahlbaandkrydsene skal her ikke nærmere omtales (herom henvises til mit ovenfor citerede arbeide, i Zeits. f. prakt. Geol. 1899).

Baade ved Svenningaasen og ved Kongsberg har vi et centralt granitfelt, som tilfældigvis beggesteds stryger omtrent nord—syd; baade mod øst og vest for disse granitfelter optræder en intim veksel af *skifrige* bergarter, ved Kongsberg hovedsagelig glimmer- og hornblendeskifere, ved Svenningaasen desuden mægtige kalklag; gangspalterne gaar omtrent *normalt* paa den herskende strøgretning og *optræder i begge gangdistrikter i størst antal umiddelbart langs grænsen af granitfelterne.*

Dette sidste kan ikke være nogen tilfældighed, men maa bero paa en lovmæssig aarsag.

Gangspalterne er fremkomne ved en kraftproces, virkende lodret paa spalternes strøg, altsaa i nord—sydlig retning, o: parallelt med granitfelternes længdeudstrækning eller med skifernes herskende strøgretning. Denne kraft dannede en hel række spalter i skiferne langs granitgrænsen; spalterne fortsætter flere steds ogsaa noget ind i graniten, — men inde i selve graniten blev kun forholdsvis faa spalter revne op.

Forklaringen maa være at søge deri, at de forskjellige bergarter betegnes ved forskjellig mekanisk natur: graniten er en kompakt enhed, med høi modstandsevne mod den spaltedannende kraftproces; de skifrige bergarter langs granitgræn-

* Eksempelvis gjælder dette baade for Kongen—Armen grube og for Gottes Hülfe.

sen derimod gav efter for den intense kraft, og her opstod følgelig de fleste — om end ikke alle — spalter.

Hvilke fænomener der igjen dikterede den spaltedannende kraft, blir et nyt spørgsmaal, som det maa være fremtiden forbeholdt at udrede. Her skal kun paapeges, at spaltedannelsen baade ved Kongsberg og Svenningdalen kun var ledsaget af minimale forskyvninger, og at kraften saaledes fortrinsvis maa have virket i horizontal-retningen (tangentielt paa jordoverfladen) og kun underordnet i vertikal-retningen. — Sandsynligvis fulgte spaltedannelsen og ertsudfyldningen ved Kongsberg og Svenningdalen — som ved saa talrige andre gangfelter — som sidste led af en lang række eruptiv-fænomener.

Vedrørende *gangudfyldningen* er der en overordentlig stor forskjel mellem Svenningdalen og Kongsberg, derimod en forbausende analogi mellem *Svenningdalen* og de saakaldte *„kiesige Bleigänge" ved Freiberg.*

Baade ved disse sidste gange og i Svenningdalen er *kvarts* det vigtigste, man kan næsten sige det eneste gangmineral; og de dominerende ertser er blyglans, zinkblende, svovlkis med noget kobberkis; desuden optræder fahlerts, hist og her noget rødgyldigerts og diverse andre ertser (i Svenningdalen bl. a. antimonglans, som kun er ganske sparsomt tilstede paa de analoge gange i Freiberg). — En underordnet betydning i theoretisk, om end med stor rækkevidde i praktisk henseende maa tillægges den omstændighed, at ertsblandingen i Svenningaasen paa grund af den forholdsvis rigelige fahlerts-mængde har en noget „ædlere" karakter end ved Freibergs „kiesige Bleigange" — i Svenningaasen har man gjennemsnitlig pr. m.^{2} gangflade inden de ertsførende partier udvundet $\frac{2}{3}$—$\frac{3}{4}$ kg. sølv og 15—20 kg. bly, ved de „kiesige Bleigänge" i Freiberg derimod gjennemsnitlig omkring $\frac{1}{4}$ kg. sølv og 60 kg. bly; —

* Jeg har adskillige gange besøgt baade Freiberg og Svenningdalen og saaledes havt god anledning til at trække sammenligning; staar man paa skeidepladsen ved Himmelfahrt grube, kunde man godt tro, at malmen ikke var fra Himmelfahrt, men fra Svenningdalen; saa stor er overensstemmelsen.

Svenningdalsgangene nærmer sig saaledes til en vis grad henimod grænsen mellem Freibergs „kiesige Bleigänge" og „edle Quarzgänge". — Ligheden med de „kiesige Bleigänge" er dog det principale, og differencerne spiller liden rolle.*

Denne lighed betyder igjen, at baade ertserne og gangmineralerne i begge fald er afsatte under omtrent ens betingelser, — o: af opløsninger, som i det væsentlige havde ens sammensætning.

Dette frembyder en vis generel interesse navnlig af den grund, at de omgivende bergarter er temmelig forskjelligartede, nemlig i Freiberg hovedsagelig gneis, i Svenningaasen kalksten med glimmer—hornblendeskifere samt granit. Allerede heraf maa det være berettiget at drage den slutning, at ertsfyldningen i de „kiesige Bleigänge" i Svenningaasen og i Freiberg *ikke* kan bero paa nogen lateralsekretion. Som bekjendt har mange forskere, i de senere tider navnlig *A. W. Stelzner*, paa grundlag af en ganske anden argumentationsmethode for Freiberg udledet det samme resultat: gangfyldningen er ikke dannet ved lateralsekretion, men ved ascension (fra dybet stammende thermalkilder). — Allerede ovenfor har vi fremholdt, at det dominerende gangmineral paa Svenningdalsgangene, som for en væsentlig del sætter gjennem *kalksten*, ikke er kalkspat, men *kvarts;* dette betyder, at selv ikke gangmineralet skyldes sidestenen; det vil sige, det (fra dybet stammende) thermalvand førte med sig ikke alene ertsbestanddelene, men ogsaa opløst kiselsyre, og thermalvandet udøvede kun en forholdsvis underordnet aktion paa sidestenen.

Ogsaa vedrørende andre genetiske spørgsmaal maa det være berettiget at overføre den fra Freiberg og talrige andre udenlandske gangfelt vundne erfaring paa Svenningaasen, — saaledes navnlig, at gangdannelsen i Svenningaasen maa have fulgt som resultat af bergkjædefoldningen og af de i forbindelse hermed staaende eruptioner.*

* Se herom en generel udredning, som jeg har givet af dette problem i Zeitschrift für praktische Geologie, 1899, s. 10 og følgende. — Se ogsaa s. 136 i denne afhandling.

I Svenningaasen tabte ertsføringen i den første grube, som her blev drevet (Svenningdalsgruben), sig i et dyb paa ikke fuldt 100 m. under aasens top; og ogsaa i Jacob Knudsen grube har man i det samme dyb havt forholdsvis daarlige ertsanbrud. Dette har hos enkelte fremkaldt den formodning, at ertsen i Svenningaasen i sin almindelighed skulde høre op paa dybet, omtrent i niveau med grundstollen. En saadan formodning er dog aldeles vilkaarlig og har intet geologisk holdepunkt. — For det første maa erindres, at Svenningdalsgangene blev dannede under en geologisk periode, da overfladen laa en eller snarere flere kilom. høiere end nu (se s. 24, 57—58); vi befinder os saaledes nu i et tilfældigt snit paa betydeligt dyb under den oprindelige overflade. For det andet henvises til analogien med Freibergs „kiesige Bleigänge", hvor man har erfaring for, at ertsføringen i det hele og store fortsætter mod dybet, om end lokalt med vekslende rigdom.

Svenningaasen afgiver et typisk eksempel paa et *„enkelt" gangfelt* — „enkelt" i modsætning til „komplekst"; vi møder her kun et eneste sæt af gangspalter, og kun en eneste, temmelig monoton gangudfyldningsproces. Som kontrast kan nævnes Freibergerfeltet, hvor man har et system af forskjellige, i alle fald tildels til forskjellige tider dannede gangspalter, og hvor man ogsaa har en hel række til forskjellige tider dannede gangudfyldninger (gangformationer).

I vort land — og overhovedet paa den skandinaviske halvø — er hidtil kun kjendt to gangfelter, som kan henregnes til den „gamle sølv-bly-ganggruppe", med typiske eksempler Freiberg—Schneeberg, Clausthal—Andreasberg, Przibram osv.; det ene felt er Kongsberg, det andet er Svenningdalen. Det sidste er knyttet til den nord-norske bergkjæde og viser, at der her leilighedsvis optraadte ertsgang-dannende processer af samme natur som f. eks. i Erzgebierge og Harz.

Nasa forlængst nedlagte bly-sølv-verk

(i Sverige, men kom nogle faa hundrede m. øst for rigsgrænsen øverst i Ranen, paa 66° 29′ n. br., altsaa næsten lige ved polarkredsen).

Sommeren 1900, efter at de foregaaende afsnit af denne afhandling for den væsentligste del var trykt, havde jeg anledning til at aflægge et kort besøg ved Nasa; en morgen (11te juli) reiste jeg fra Krogstrand til Nasa (20 kilom.) og vendte tilbage til samme kvarter om aftenen; opholdet ved Nasa var saaledes ganske flygtigt, og tilmed var terrænet omkring gruberne for en væsentlig del dækket af sne. Alligevel tror jeg, at jeg fik et nogenlunde korrekt indtryk af forekomstens geologiske karakter. — I *F. Svenonius's* afhandling Nasafjälls Zink- och Silfvergrufvor i Norrbottens Län (trykt i Geol. Fören. Förh. b. 17, 1895 og udkommet separat gjennem Sveriges geologiske undersökning, Ser. C, No. 154) er leveret en udførlig beskrivelse, som ogsaa indeholder resumé af en række ældre beretninger, og som jevnlig benyttes i det følgende. Desuden henvises til en kort historik om Piteå silfververk (ɔ: Nasa) i *J. O. Carlbergs* Historiskt Sammandrag om Svenska Bergverkens Uppkomst och Utveckling, 1879.

Paa begge sider af rigsgrænsen mellem Ranen (Dunderlandsdalen) og Salten (Junkersdalen) findes et meget stort granitfelt, som strækker sig fra omkring 66° 25′ til 66° 50′ n. br. Feltets længde fra syd til nord kan med rundt tal sættes til 50 kilom., og bredden maa maales med omtrent lignende maal. Paa den svenske side af rigsgrænsen er granitfeltet nogenlunde detaljeret kartlagt, se det geologiske kart i *Svenonius's* ovenfor citerede afhandling; paa den norske side derimod er granitens udbredelse mod vest endnu ikke opgaaet.

I henhold til mine egne observationer, paa turen fra Krogstrand forbi Neset og Randalsvold til Nasa, er graniten temmelig lys og tilhørende samme type som de ellers i Helgeland og forøvrigt langs hele fjeldkjæden saa udbredte lyse, temmelig natronrige graniter (se s. 2—3, 27, 57, 117); Nasa-graniten er dog ikke fuldt saa hvid eller hvidgraa som graniterne f. eks. i de Syv Søstre eller i Svenningdalen, men har et noget rødligt skjær. — Jevnlig er Nasa-graniten stærkt presset, ofte endog i den grad, at den antager en snart gneis- og snart

granulit-lignende karakter. Mellem Randalsvold og Nasa har strukturplanet oftest strøg ca. O 20° S—V 20° S, og snart sydligt, snart nordligt fald; strækningsretningen maaltes flere-steds til ca. 30° mod O. à OSO. — *Svenonius* har kartlagt vort granitfelt langs rigsgrænsen dels som granit og dels som gneis med granulitskifer; hvad han kalder „Nasa-gneis", er dog — efter min vistnok temmelig flygtige befaring — kun den middels sterkt pressede granit; og ved granuliten er presningen endnu sterkere.

Inde i graniten findes flere-steds partier af de omgivende krystalliske skifere, saaledes f. eks. ved Randalsvold et parti af fyllit-grafitskifer (eller alunskifer-fyllit).

T. Dahll har paa sit geologiske kart over det nordlige Norge (1867—1879) øverst i Ranen afsat to felter af Finmarks-formationerne, Raipas og Gaisa; dette er dog misvisende. For den formodede Raipas-afdeling høit oppe i Dunderlandsdalen henvises til *O. A. Corneliussens* afhandling i Det nordlige Norges geologi, 1891, s. 174—175, og til mit arbeide Norsk Marmor, 1897, s. 164. Og som Gaisa er afsat partiet mellem Randalsvolden og Nasa, hvor mere eller mindre sterkt presset granit er den herskende bergart[1]).

Nasa-gruberne ligger, som allerede ovenfor nævnt, kun nogle faa hundrede m. øst for rigsgrænsen; grubefeltet skal forøvrigt etsteds, nemlig vest for den saakaldte Overbergs-kulle, saavidt strække sig over paa den norske side af grænsen.

Man arbeidede paa en eller et par *overordentlig mægtige kvartsgange*, som i horizontalplanet danner en Z i stor stil.

[1]) Ifølge en bemærkning i *Corneliussens* afhandling antager jeg, at det er den til granulit (eller granulitskifer) pressede granit, som er bleven opfattet som en „sandstenagtig, kvartsrig glimmerskifer" eller endog som „glimmerholdig sandsten"; og denne er saa igjen bleven parallel-liseret med sandstenene i Finmarken. – Ifølge *Svenonius* raader mellem Nasa og Randal den lyse „gneis- och granulitskifferbildningen ofta med lager af mera glimmerskiffer- och kvartsitskiferartad natur"; som allerede ovenfor nævnt, findes i „gneisen og granuliten", ɔ: i den pressede granit, nogle partier af krystallinsk skifer; disse synes mig dog at spille en rent underordnet rolle.

Ialt har feltet en udstrækning af ca. 1200 m.; og hovedgangen, som danner mellemstregen paa den store Z, er opfaret i en længde af 500 eller 550 m. Gangenes mægtighed kan jeg ikke nøiagtig angive, — kun, at der i regelen ikke handles om tal som 1—2 m., men snarere som 10–20 m. og endog derover. Ifølge *Svenonius's* afhandling er hovedgangens horizontale bredde ofte 20—30, helt op til 60 m.; men gangens fald er temmelig fladt, mægtigheden altsaa adskillig lavere end den horizontale bredde. — I omgivelserne af grubefeltet saa jeg kun mere eller mindre sterkt pressede granitbergarter[1]), og disse indtager ogsaa, under betegnelserne granit, gneis og granulitisk skifer, den væsentligste plads paa *Svenonius's* geologiske kartskitse over gruberne; desuden findes her indtegnet noget saakaldet „grofskiffer", hvormed forstaaes en eiendommelig mørk, granulitisk bergart, samt lidt alunskifer og kalksten.

Kvartsen i gangene er i udpræget grad drusig og har *gangkvartsens* ordinære karakter. Naar tidligere forskere her taler om kvartsleier eller om et system af vældige, mere eller mindre linseformige kvartsleier, saa synes dette mig at være lidet instruktivt, idet kvartsmassen maa opfattes som en almindelig kvartsgang, kun med usædvanlig mægtighed.

Af ertser fører gangene navnlig *sinkblende, magnetkis og blyglans*, jevnlig i ganske store individer; desuden er fundet lidt svovlkis og kobberkis, antimonglans (!), som mineralogisk sjeldenhed ogsaa noget boulangerit (Pb_2 Sb_3 S_6, analyseret af *C. J. Thaulow* fra Kristiania[2]), se Pogg. Ann. II række, XI bind, 1837). Efter nogle bemærkninger i *Svenonius's* afhandling, hvor man kan finde en række detaljer angaaende malmens optræden i gruberne, synes ertsgangene at have vist nogen antydning til zonal- eller baandstruktur.

I geologisk henseende kan man trække parallel mellem *Svenningaasen og Nasa*: paa det første sted har man en række

[1]) Bemærkes maa forøvrigt, at ved mit besøg var mindst halvdelen af det hele terræn dækket med sne.

[2]) Dette var første gang, der blev leveret en fuldstændig og paalidelig analyse af det nye mineral.

ertsgange langs grænsen af et større granitfelt, ved Nasa inde i et stort granitfelt; kvarts er beggesteds det herskende gangmineral, og de dominerende ertser er zinkblende og blyglans (sølvholdig), med diverse kise; som en eiendommelighed kan endvidere nævnes, at antimonmineraler, specielt antimonglans, optræder paa begge steder. Gangene i Svenningdalen har dog en ganske anderledes „ædel", ɔ: sølvrig karakter end ved Nasa, hvor egentlige sølvertsmineraler saavidt hidtil kjendt fuldstændig mangler.

Angaaende sølvgehalten i blyglansen fra Nasa foreligger følgende oplysninger:

Ifølge *Svenonius's* afhandling holdt 12 tons blyglansmalm, udskeidet ved en prøvedrift i midten af 1890-aarene, gjennemsnitlig 70% bly og 0.155 % sølv; andre blyglansprøver gav 83 % bly og 0.178 % sølv; 65 % bly og 0.153 % sølv; 60 % bly og 0.136 % sølv.

Den gamle erfaring om sølv- og blygehalterne angives i relationerne saaledes:

a) 1 kubikfavn (lig omtr. 45 skippund) bergblandet malm gav 720 lod sølv, 13½ skippund bly; ɔ: 1 m.³ bergblandet malm gav (henimod) 2 kg sølv og 450 kg. bly;

b) smeltning af ren stuf eller vasket slig gav pr. skippund 1 lødig mark sølv og 10 lispund bly. — I forhold til 100 dele bly skulde man altsaa have faaet 0.50, resp. 0.31 dele sølv; erindres maa dog i denne forbindelse, at man ved den gammeldagse hyttedrift tabte meget mere bly end sølv.

Carlberg angiver, at den rigeste malm holdt 50 % bly og 4 à 5 lod sølv pr. centner (ɔ: 0.12—0.15 % sølv). — Forholdet mellem den hele produktion 1636—1660 var 0.64 dele sølv til 100 dele bly.

Ved Svenningdalsgruberne blev i slutten af 1880-aarene foretaget en del bestemmelser af blyglans, indsendt (1887) fra Nasa, med resultat: 0.1525, 0.15, 0.15 og 0.125 % sølv; de analyserede prøver har vel forøvrigt neppe bestaaet af absolut ren blyglans.

Den aldeles rene blyglans skulde efter disse mange bestemmelser føre:

0.19—0.24, 0.20, 0.19, 0.19, 0.18 og noget mere end 0.15, 0.15, 0.15, 0.125 % sølv, altsaa oftest omkring *0.18—0.20 % sølv*; og verkblyet kan paaregnes at holde omkring 0.25 % sølv.

Nasa-verkets egentlige driftsperiode fandt sted fra 1635 (eller 1637) til 1658 (eller 1659), da det blev arbeidet dels af den svenske stat og dels af Piteå stads borgerskab samt pri-

vate interessenter. Senere blev det gjenoprettet i 1769 (eller 1770) og drevet i mindre stil, men fremdeles med tab, til 1810; videre har der i de senere aar flere gange været gjort nogle kortvarede, mislykkede forsøg med gruberne, senest i begyndelsen og midten af 1890-aarene. — Ved driften i midten af det 17de aarh. skal ifølge en ældre beretning, som refereres i *Svenonius's* afhandling, den stadige befolkning ved Nasa have beløbet sig til 400 personer, heri dog sandsynligvis ogsaa indbefattet de, som boede ved Silbojokk smeltehytte, 4—5 mil i NO for gruberne. Baade ved gruberne og ved hytten var bygget kirke, og endnu ser man resterne af en liden kirkegaard ved Nasa. Traditionen beretter, at arbeiderne hovedsagelig var tyskere, tildels ogsaa krigsfanger, muligens ogsaa forbrydere; desuden udkommanderedes soldater til verksdriften, og lapperne blev tvungne til at kjøre malmen fra grube til hytte[1]). Paa grund af den jevnlige krigstilstand mellem Norge og Sverige omkring midten af det 17de aarh. kunde man ikke benytte den forholdsvis korte vei til havn ved Mo i Ranen, men maatte lade transporten gaa helt frem til den botniske bugt (Piteå). — Verket endte meget bedrøveligt, idet det i august 1658 (efter en anden opgave i 1659) blev fuldstændig ødelagt af en norsk soldaterafdeling; bl. a. blev gruberne fyldt med sten. Besynderlig nok rykkede soldaterne ikke frem gjennem Dunderlandsdalen, men gjennem Saltdalen, og Junkersdalen skal have faaet sit navn efter junkeren *Preben von Ahnen*, som anførte tropperne (se *O. A. Øverland*, Illustreret Norges Historie, IV, 2, s. 1078—1079).

Den samlede produktion opgives af *Carlberg* (l. c.) for perioden 1636—1660 til

2.033 pund 67 ort sølv og 3.143 centner 15 pund bly;

hermed stemmer ganske godt *Øverlands* opgave (l. c.), nemlig for 1637—1657

4294 mark sølv og over 1000 skippund bly.

[1]) Endnu gaar i Ranen sagn om den saakaldte "lappetvang": der blev med passelig afstand hugget to huller i isen, og saa blev lappen trukket under isen frem og tilbage mellem hullene, til han lovede at være ydmyg og kjøre malm.

I sum blev altsaa under løbet af lidt over 20 aar produceret omkring 1000 kg. sølv og 160 tons bly.

Produktionen var altsaa, selv efter datids forholde, temmelig uvæsentlig[1]), og arbeidet maa, hvad ogsaa *Carlberg* fremholder, have medført tab, temmelig sikkert et stort tab.

Gruberne ligger strax under toppen af Nasa fjeld (1214 m. o. h.), i en høide omkring 1050 m. over havet og i en saa øde og gold egn, at man sjelden ser magen. — Ved mit besøg 11te juli 1900 var over halvdelen af terrænet rundt omkring gruberne dækket med sne; de gamle forfaldne grubehuse var endnu for en stor del nedsneede, og paa et par smaavande 100 m. lavere end gruberne laa der endnu is og m.-tyk snesørpe; vistnok var der i dette aar usædvanlig meget sne i fjeldet, men alligevel faar man et billede af de klimatiske forholde. — De høiest beliggende gaarde i Dunderlandsdalen er: Krogstrad 287 m., Bredik 313, 320 m., Elvnøtheia 324 m., Stormdalen 324 m., Neset ca. 325 m., Breidal 370 m., Andfjeldnæs 390 m., Vakkermoen 424 m., Jordbækken 435 m. (undertiden beboet) og Randalsvold 456 m., (nu forladt); det vil sige, Nasa-

[1]) Til sammenligning skal vi give en oversigt over den gjennemsnitlige aarlige produktion ved nogle sølvverk i Norden i gamle dage (for de svenske verk ifølge *Carlberg*, l. c.)

		Gjennemsnitlig	aarlig			
Kongsberg	1624—1650	oftest	4000—6500	mark	fint	sølv.
	1651—1675	—	5000—8000	—	-	-
	1676—1700	—	3500—7000	—	-	-
Sala	1501—1550		18141	lødige	mark	sølv.
	1551—1600		4498	—	—	—
	1600—1650		1950	—	—	—
	1651—1700		4202	—	—	—
Hellefors (Ørebro län).	1639—1649		1.330	—	—	—
	1650—1660		1.240	—	—	—
	1661—1670		614	—	—	—
	1671—1680		1.355	—	—	—
Nasa	1636—1660	—	ca. 185	—	—	—

1 mark var omtr. $^1/_4$ kg., antagelig lidt forskjellig i de to lande (1 mark køllnsk vægt = 234 gr.).

Nasa producerede i lidt over et snes aar, 1636—1658, kun $^1/_{16}$ — en sextendel — saa meget sølv som Svenningdalen i et lignende tidsrum, 1877—1899.

gruberne ligger 750—800 m. høiere end den ordinært bebyggede grænd og 650—700 m. høiere end de allerhøiest liggende fjeldgaarde.

Hertil kommer de yderlig vanskelige transportforholde, nemlig: til Randalsvold øverst i Dunderlandsdalen ca. 8 kilom. og herfra langs efter dalen til udløbet ved Mo i Ranenfjorden ca. 72 kilom., altsaa ialt ca. 80 kilom. fra havn.

Under de nuværende kommunikationsbetingelser er det umuligt at etablere nogen økonomisk drift ved Nasa; beliggenheden oppe i sneregionen, 80 kilom. fra havn, øger driftsomkostningerne i væsentlig grad, medens paa den anden side malmen, at dømme efter de foreliggende beretninger, ikke er særlig rig; snarere maa en blyglansmalm, med kun 0.18—20% sølv og sterkt opblandet med zinkblende og magnetkis, betegnes som fattig. Heller ikke tror jeg, at det er mulig at faa drift igang, om man, af hensyn til jernmalmfelterne nede i dalen, faar jernbanen til Dunderland gaard (47 kilom. fra Mo), idet man fremdeles har næsten 35 kilom. igjen til Nasa. Anderledes kan forholdet stille sig, naar man i fjern fremtid faar anlagt den projekterede Nordlandsbane, som mellem Ranen og Salten maa følge Dunderlandsdalen og senere Lønsedalen, ca. 8 kilom. vest for Nasa; da først kan spørgsmaalet om at optage Nasa komme paa bane, men indtil den tid maa ethvert forsøg ved Nasa bestemt fraraades.

Tillæg.

Efter at de første afsnit af dette arbeide allerede var trykt, har vi (sommeren 1900) fortsat vore undersøgelser i Nordlands amt — Rekstad langs kysten nord for Ranen og i den ydre del af Ranen, Vogt i den indre del af Ranen — og skal her medtage nogle iagttagelser vedrørende nordre Helgelands kvartærgeologi.

Den marine grænse. *De høiest liggende terrasser* i Dunderlandsdalens dalføre findes ved *Bjeldaanæs — Storvolden — Stormdalshei*, hvor der er flere ganske nær hinanden liggende trin, i høide resp. *168 m.* og *162 m.*; muligens ogsaa et lidet trin paa 165 m. De to første maal er tagne fra den nye kartlægning, og er desuden reviderede ved jernbaneudstikning. I Dunderlandsdalen har man lavere ned en mængde terrasser, ovenfor Bjeldaanæs derimod ikke nogen. — Gaarden paa den ene af terrasserne her bærer navnet Storvolden; terrassen er dog ikke saa særdeles stor, men god og sikker. — Dette er den *høieste terrasse, som hidtil er maalt i det nordlige Norge*; det bemærkes, at Dunderlandsdalen strækker sig fra bunden af Ranenfjorden mod ONO, og at afstanden fra Bjeldaanæs til rigsgrænsen (ved Nasa) i ret linie ikke er mere end 21 kilom.

Ved *Urtfjeldmo*, omtrent midtveis i Dunderlandsdalen og beliggende ca. 15 kilom. SV for Bjeldaanæs, altsaa noget nærmere mod kysten, sees to mindre strandvolde; høide *163* og *155 m.* o. h.

Ved *Ravnaa*, nordre del af Langvandet i Mo, og meget længere ud mod kysten; øverste terrasse eller strandvold høide ca. *123 m.* o. h.

(De ovenstaaende iagttagelser er af Vogt, de efterfølgende af Rekstad).

Inderst i Sjona ved gaarden *Sjonbotnet* har man 3 meget fremtrædende terrasser, øverst en baade lang og bred flade, hvis inderste del ligger i høide *118 m.* o. h.; lavere ned to terrasser paa resp. 81 og 47 m. Den forreste del af den øverste terrasse bestaar dels af sandblandet ler og dels af fint grus; indad mod fjeldvæggen blir gruset grovere og grovere og inderst ligger flere store blokke. Om fossilfund her, i høide 113 m., se senere.

Ved gaarden *Helgeaavatnet* ved nedre Helgeaavand (Næsne præstegjæld) er der en meget fremtrædende terrasse, *108 m.* o. h.

Mellem *Silavaagen* og Silavandet paa nordsiden af Sjona ligger der en morænebanke, og høiere op mod fjeldsiden paa begge sider af indsænkningen er der terrasser. Det forreste parti af de øvre terrasser bestaar af runde stene og vasket grus, længere ind blir store, kantede blokke, som antagelig er ramlede ned fra de bratte fjeldsider, forherskende. Paa østsiden ved foden af Bulifjeldet fandtes øverste terrassekant at ligge i høide 91 m. og paa vestsiden ved foden af Bogafjeldet i høide 100 m. o. h.; som middeltal opføres *96 m.*

Mellem Dilleren og Handnes paa *Handnesøen* i Næsne sees fra Vikholmen en strandlinje, som med Wredespeil maaltes at ligge *94 m.* o. h.

Mellem gaardene Selnes og Haugland ved *Aldersundet* i Lurø præstegjæld er der en terrasse i *90 m.* o. h., af lignende bygning som de ved Silavaagen; og længere nord i Aldersundet ved gaarden *Bratland* en fremtrædende terrasse i *96 m.* o. h.

I vestsiden af *Lurøfjeldet* har man strandlinje-formede indhak i de fremspringende partier af fjeldet i høide *100 m.* o. h. og paa sydvestsiden af *Onøen* en strandlinie i høide *93 m.* o. h.

Om strandlinjerne i *Holandsfjorden*, i høide *102*, *102* og *98 m.*, se s. 71.

Huler. Paa de yderste øer i Lurø præstegjæld findes som sædvanlig, hvor det aabne hav staar paa, ikke nogen strandlinjer, men en række huler, dannede af havet. — I fjeldene paa *Trænen* har man saaledes Kirkehelleren, saa kaldet fordi der inde i den ligger en stor stenblok, som minder noget om en prækestol. Hulen har ogsaa en kirkes størrelse, thi den er 25—30 m. lang, ca. 15 m. bred og høiden til taget omkring 25 m. Den bruges imidlertid og har været brugt i aarhundreder af beboerne paa Sanna som sommerfjøs; man har ikke respekteret dens navn. Det høieste parti af den jevnt skraanende bund, med fast fjeld, i Kirkehelleren ligger 49 m. o. h. Hulens vægge bærer fremtrædende mærker efter vanderosion overalt op til en høide af 15—20 m. over bunden. Omtrent 1/2 km. SV. for Kirkehelleren har man Rauhelleren, som er betydelig mindre. Bunden i den ligger 48 m. o. h., og her saaes mærker af vanderosion op til 10 m. over hulens bund. Omtrent 200 m. øst for Rauhelleren ligger dagaabningen for den længste af hulerne paa Trænen, Troldhelleren kaldet. Den har en længde af omtrent 200 m. med retning N 29° O. Dagaabningens bund ligger 74 m. o. h.; men den dannes af en vold af nedraset ur. Det faste fjeld i hulens bund ligger noget lavere — kort indenfor aabningen omtrent 15 m. lavere end volden; i dagaabningen indenfor stiger den igjen til omkring *65 m. o. h.* I sydvest for Troldhelleren har man Stolpehelleren og andre hellere, som alle ved sigt med Wredes speil viste sig at ligge i niveau med Rauhelleren. — Den marine grænse, betegnet ved middelvandstand, maa ifølge alle disse maal paa Trænen sættes til omkring *65 m.*; dette tal gjør dog ikke krav paa nogen stor nøiagtighed.

I sydøstsiden af Trænstaven har man en lavere liggende hule, Baadhelleren kaldet, fordi den har været benyttet som næst. Bunden af den ligger 25 m. o. h. I det høieste af skaret mellem Trænstaven og Breitind har man en vældig strandvold

— den kolossaleste, jeg har seet — af store runde stene. Det øverste af den ligger 24 m. o. h.

I vestsiden af det høieste fjeld paa Buøen, den største af øerne i øgruppen *Dørvær*, har man et hul tversigjennem fjeldet fra SV til NO. Dørvær, som ligger 8 km. NO. for Trænen, bestaar af en rødlig, lidet presset granit. Det er smaa, men høie øer; den høieste top er 126 m.

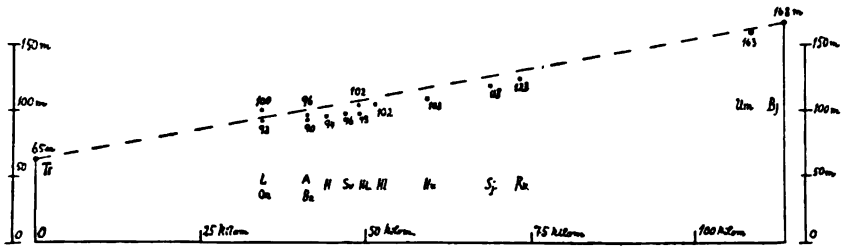


Fig. 28.

Skematisk profil over skraaningen for hævningen paa Nordre Helgeland

(Bj. Bjeldaanæs, Um. Urtfjeldmo, Rv. Ravnaa, Sj. Sjonbotnet, Hv. Helgevatnet, Hl. Hl. Hl. Holandsfjorden, Sv. Silavaagen, H Handnesøen, A Aldersundet, Br. Bratland, L Lurø, On Onøen, Tr. Trænen.

Hulen gjennem fjeldet er udarbeidet af havet paa en spalte; den har en længde af omtrent 100 m. Dens vægge bærer tydelige mærker af vanderosion helt op til taget. Høiden af bunden i hulens SV-aabning (fast berg) var 57 m. o. h.

— - — - — NO — — - 53 —

Paa hosstaaende profil (fig. 28) er alle de her omhandlede bestemmelser af de høiest liggende terrasser, strandlinjer og huler indprojicerede paa en linje, som er optrukket normalt paa isobaserne (se fig. 15).

Som man ser, danner vore observationer en nogenlunde jevn skraabakke.

Afvigelserne fra den rette linje trukket mellem Bjeldaanæs (168 m.) og Trænen (65 m.) kan let beregnes, nemlig ved at

indprojicere observationspunkterne paa en linje normalt paa isobaserne, saa aflæse afstanden fra Trænen og udregne høiden efter det fremkomne triangel. — Ved en saadan beregning viser det sig, at af vore 13 mellemliggende observationer afviger nogle kun et par m. fra den rette linje mellem yderpunkterne, nogle 4—6 m. og nogle op til 8—10 m., men aldrig over 10 m. Da alle disse afvigelser falder indenfor grænserne for observationsfeilene (ved maaling med aneroidbarometer og Wredesspeil), maa det, idet det erindres, at man ved maalinger af strandlinjer og terrasser ikke faar nogen særdeles exact bestemmelse af den gamle vandstand, være berettiget at drage den slutning, *at hævningen her nøiagtig eller i alle fald næsten nøiagtig har gaaet for sig efter et ret plan*, og altsaa ikke efter en krummet flade. — Observationen ved Bjeldaanæs er temmelig nøiagtig, ved Trænen derimod noget usikker, og man kunde her ligesaa godt opføre hvilketsomhelst tal mellem 60 m. og 70 m.; da de allerfleste mellemliggende observationer ligger under den rette linje med 168 og 65 m., er den marine grænse 65 m. paa Trænen kanske lidt for høit angivet.

Niveauforskjellen mellem den marine grænse ved Bjeldaanæs (168 m.) og paa Trænen (ca. 65 m.) er omkring 103 m.. og den horizontale afstand, maalt normalt paa isobaserne. er 113 kilom.; skraaningsvinkelen for hævningen altsaa *1 : 1097* (eller 3 minutter 8 sekunder). — Dette stemmer nogenlunde godt med vore tidligere beregninger for Søndre Helgeland (se side 80), nemlig *1 : 1250*, *1 : 1375*, *1 : 1475* (eller ca. *2′ 45″*. *2½′* og *2′ 20″*) og med professor *Hellands* gjennemsnitsberegning for den øverste strandlinje i Tromsø amt, nemlig *1 : 1146* (eller 3′).

Vore observationer sommeren 1900 godtgjør, at det (vaaren 1900) trykte kart, fig. 15, over isobaserne er temmelig nøiagtig for partiet strax nord for Ranen; kun skulde isobasen for 150 m. flyttes en bagatel (efter kartets maalestok kun ¼ eller ½ mm.) nærmere mod kysten. — Dunderlandsdalen er paa fig. 15 efter de ældre karter tegnet galt, nemlig med hovedløb mod SV istedenfor mod VVS.

Lavere terrasse-trin. I *Dunderlandsdalen* (af Vogt). Som ovenfor nævnt, ligger de høieste terrasser her 162 m. (165 m.) og *168 m.* o. h.

Lavere ned følger først flere terrasse-trin ved Dunderlandgaardene, nemlig: Messingsletten 130 m., Skreimoen 132 m., Nordre Dunderland gaard 128 m.; dette er den samme terrasse (indre del *130—132 m.*). Ved Dunderland ogsaa en terrasse paa ca. *120 m.* Øverste terrasse ved Eiteraa 10 km. længere ude i dalen *119 m.*, og ved Sætermo og Stavvashei, 21 kilom.

VSV for Dunderland gaard, resp. *115* og *113 m.*; dette maa ekvivalere samme trin som ved Dunderland, men hævningen her (nærmere kysten) har været mindre, derfor terrasserne lidt lavere.

Ved Nævernæs kirke, Kvitenge og Bjørnehei en mængde terrasser, ved Bjørnehei ikke mindre end 5 eller endog kanske 6, den ene over den anden, i høide fra ca. 60 til næsten 120 m. o. h.

I den nedre del af Dunderlandsdalen (udløbet af Langvand—Skaanseng—Mo) flere meget betydelige terrasser, i høide *60, 56, 55 m.*; *51, 50, 49 m.*; *39 m.*; lavere ned flere trin, deraf et ganske markeret paa *15 m.*

I den ydre del af Ranen (af Rekstad). Om de lavere terrasser ved Sjonbotnet, høide *81* og *47 m.*, se ovenfor.

Ved gaarden Langstrand i Sjona to terrasser i høide resp. *72 m.* og *52 m.*, og ½ kilom. vest for Flostrand en vold af rullet strandgrus i høide *59 m.*

Paa nordsiden af Ranenfjorden mellem Sandnes og Strand i Næsne præstegjæld er der en meget fremtrædende terrasse i *32 m.* o. h.

Paa øen Alderen ligger gaarden af samme navn paa en terrasse *64 m.* o. h.

Ved Lurøgaard har man udstrakte flader i omkring *20 m.* o. h., og paa Lurøen findes mange smukke strandvolde i høide fra *27* til *34 m.* o. h.; ved Hagen en noget høiere terrasse i *44 m.* Paa Lovunden (langt tilhavs) er der en fremtrædende

strandvold, som af befolkningen kaldes Lundevorren, i høide *30 m.* o. h.

Skjælfund. (Af Rekstad).

I den vestlige del af terrassen (118 m. o. h.) ved *Sjøbotnet* i Sjona har rindende vand etsteds skaaret sig noget ned. Under det sandblandede ler kommer her, i *113 m.* o. h., et haardt blaaler, som indeholder skaller af:

Portlandia lenticula og
Macoma calcaria, begge arter i mængde;
Leda pernula (kun fundet et expl.), samt pigge af
Echinus drøbachiensis.

Ved gaarden Holmen op for bunden af *Utskarpen* i Hemnæs præstegjæld fandtes i ler, *65 m.* o. h., følgende molluskskaller:

Mya truncata (den tyndskallede varietet) i mængde.
Cyprina islandica
Mythilus edulis
Cardium echinatum
Astarte compressa L.
Macoma calcarea
Tellina baltica
Littorina littorea.

I de udstrakte flader ved Lurøgaard, 20 m. o. h., findes skaller af de samme arter mollusker, som lever i fjærebeltet nu tildags.

Flytblokke ved havstrømme (Af Rekstad; cfr. s. 105—10[illegible]. Paa Trænen, som er den længst ude mod havet liggende øgruppe paa Nordre Helgeland, lige ved polarkredsen, fandtes nogle faa (5—6) m. over nuværende havstand fire flytblokke fra Kristianiafeltet, nemlig tre blokke af den chokoladebrune og en blok af den graa rhombeporfyr. — Ifølge mikroskopisk undersøgelse af prof. *Brøgger* har den sidstnævnte stor lighed med de gangformige rhombeporfyrer, som optræder i den indre del af Kristianiafjorden; de chokoladebrune porfyr-

derimod stammer fra de paa Østlandet saa udbredte dækkeporfyrer; og en af blokkene, som blev mikroskopisk undersøgt, har fuldstændig lighed med de dækkeporfyrer, som optræder i Jarlsberg og Langendalen.

Paa Trænen blev endvidere fundet nogle flytblokke af *flint* (cfr. s. 107) og af den samme *røde sparagmit*, som er saa almindelig i løse blokke langs Helgelands kyst (se s. 109—110), og som muligens stammer fra Jemtland. — Inde ved bunden af Utskarpen, en arm i den ydre del af Ranenfjorden, fandtes et par mindre blokke af en brun kvartsporfyr, med lyserøde feldspatkrystaller. Denne bergart har ingen lighed med nogen af porfyrerne i det sydlige Norge; det maatte derfor antages, at den stammede fra Sverige. En prøve sendtes til chefen for Sveriges geologiske undersøgelse, Dr. *A. E. Törnebohm*, som fremholdt, at der ikke kjendtes andre porfyrer i Nord-Sverige, som lignede den, end porfyren fra Osabergen ved østenden af indsøen Storvindeln i Sorsele (65° 30′ n. br.; øst for Vefsen). Baade den makroskopiske og mikroskopiske overensstemmelse er saa fuldstændig, at man temmelig sikkert maa kunne drage den slutning, at flytblokkene ved Utskarpen er fra Sorsele.

Trykningen af dette arbeide begyndte februar 1900; indtil afsnittet om Svenningdalen var færdigtrykt før sommerferien, resten først høsten 1900. — Efter at trykningen af de to første afsnit var afsluttet, er udkommet forskjellige afhandlinger (af *W. C. Brøgger*, *A. M. Hansen*, *P. J. Holmqvist*, *O. Nordenskjøld* m. fl.), som vi ikke har kunnet tage hensyn til i vort arbeide.

Resumé.

Helgeland bildet den südlichen Teil, zwischen 65° n. Br. und dem Polarkreis, von Nordlands Amt im nördl. Norwegen (s. Fig. 2); als südl. Helgeland rechnet man die Partie nördlich bis zum Ranenfjord, also zwischen 65° und 66 oder 66 1/6° n. Br. — Diese Abhandlung bildet eine Fortsetzung von *Vogts* Abhandlungen „Salten og Ranen" (1891), „Dunderlandsdalens Jernmalmfelt" (1894) und „Norsk Marmor" (1897), welche durch die norwegische geologische Landesuntersuchung erschienen und alle mit ausführlichen deutschen Resumés versehen worden sind.

Helgeland ist, ausgenommen ein schmaler Streifen Grundgebirge der Küste entlang an der Grenze von Trondhjems Stift, aus sehr stark regionalmetamorphen Schiefern und Kalksteinen gebaut, die der grossen nord-norwegischen Bergkette angehören und ziemlich sicher aus cambrisch-silurischer Zeit stammen. Fossilien sind innerhalb Helgeland nicht entdeckt worden, dagegen an verschiedenen Stellen in der Fortsetzung der Bergkette gegen Süden in Trondhjems Stift, dann auch weiter nördlich bei Sulitelma. Die krystallinen Sedimentgesteine in Helgeland, namentlich in dessen Küstengebiet, habe ich früher in eine *Glimmerschiefer-*, eine *Marmor-* und eine *jüngere Gneiss*-Etage eingeteilt; die wichtigsten Gesteine sind Glimmerschiefer (oft Granat- und Staurolithglimmerschiefer), Hornblendeschiefer, diverse Gneisse, ferner Phyllit, Quarzit, Conglomerat samt krystalline Kalksteine (Marmor) nebst Dolomitmarmor, welche letztere oft von Eisenerzlager begleitet werden. — Dann kommen auch sehr ausgedehnte Gebiete vor bestehend aus Eruptivgesteinen, nämlich von

einem lichten, ziemlich Natron-reichen *Granit*, der in Helgeland sehr verbreitet ist, und aus verschiedenen *Gabbro*gesteinen; diese sind mit dem Granit topographisch nahe verknüpft, und es giebt auch petrographische Zwischenglieder. Alle diese Eruptivgesteine sind entschieden *jünger* als die Schiefer, da sie sich mit Apophysen umgeben; an mehreren Orten sind auch contaktmetamorphe Erscheinungen wahrzunehmen. Die Eruptivgesteine sind teils stark gepresst und zwar der lichte, oft porphyrisch entwickelte Granit zu einem lichten Gneiss-ähnlichen Gestein (oft einem Augengneiss), und der Gabbro zu Saussuritgabbro, Gabbroschiefer usw., teils sind sie überhaupt nicht oder nur ganz schwach gepresst. Der lichte Granit mit dem Gabbro ist für die ganze norwegische Bergkette charakteristisch; hieraus darf mann den Schluss siehen, *dass die Eruption in grossen Zügen mit der Bergkettenfaltung* zusammenfiel (wahrscheinlich in der Mitte der paläozoischen Zeit); dies wird auch dadurch bestätigt, dass die Eruptivgesteine im Allgemeinen den Schichtungsflächen der sedimentären Gesteine entlang injicirt sind (s. Fig. 5, 23). Die meisten Eruptivgesteine erumpierten vor dem Abschluss der Bergkettenfaltung und nahmen deswegen auch in der Pressung teil; andere Eruptivgesteine, wie der Gabbro im Velfjord und Vefsen, hatten ihren Ausbruch zuerst nach oder bei dem Schluss der Faltung; sie wurden deswegen überhaupt nicht oder nur ganz schwach gepresst und umgeben sich mit der üblichen Contaktmetamorphose (siehe meine frühere Arbeiten, darunter auch in Zeits. f. prakt. Geol. 1898). Mehrere der sehr ausgedehnten Granitgebiete sind in der Perepherie stark gepresst, in den centralen Teilen dagegen nicht.

In Tromsö Amt und Finmarken stossen *zwei* Bergketten zusammen, einerseits die nord-norwegische und andrerseits die Timan- Fiskerø- Finmark'sche (siehe Arbeiten von *Ramsay* und *Tschernyschew*).

Auf Andø (69¹/₆° n. Br.) befindet sich ein kleines *Jura*-feld, das in einer grossen Grubenversenkung liegt, mit zu-

sammengelegter Sprunghöhe der Einsenkung mindestens etwa 400 m.; ursprünglich war die Ausdehnung der Juraablagerungen viel grösser. Die Einsenkung zeigt, dass im nördlichen Norwegen jedenfalls lokal sehr ausgedehnte *postjurassische* Verwerfungen statt gefunden haben.

Die Morphologie des südlichen Helgelands.

Von **Vogt.**

Ueber die Parallelität zwischen a) der durchschnittlichen Richtung der Streichlinien (Faltungsachsen) und b) der Längenrichtung der ganzen Bergkette, der Küstenlinie und dem Steilabfalle gegen die Oceantiefe. (S. 1—8).

Die Streichlinien (und Faltungsachsen) im südl. Helgeland (s. Fig. 1) fallen beinahe ohne Ausnahme innerhalb des Quadrantes 0.15° N und N 15° V; die meisten liegen zwischen NO und N, und *NNO* (mit N 25° O, N 30° O) ist die übliche wie auch die durchschnittliche Richtung. Dasselbe gilt auch für Salten (67° n. Br.) und andere Partien weiter nördlich als Helgeland. — Die Hauptrichtung einerseits der regionalmetamorphen Schieferablagerungen im nördlichen Norwegen und Schweden, und andrerseits der ganzen Bergkette ist ebenfalls ziemlich genau NNO (s. Fig. 2), also parallel der durchschnittlichen Richtung der Faltungsachsen.

Die jetzige Bergkette bildet den stark denudirten Rest der ursprünglichen grossen Bergkette. Diese ist jedoch wahrscheinlich nie zu einem *peneplain* abradiert gewesen. Die jetzige Bergkette, deren Gesteine im Grossen und Ganzen nicht widerstandsfähiger sind, als die im Osten und Westen auftretenden Grundgebirgsgesteine, — eher möchte das

das Umgekehrte der Fall sein — ist nämlich im ganzen nördlichen Norwegen und Schweden beinahe ausschliesslich zu den regionalmetamorphen Schiefern, mit zugehörigen Eruptivgesteinen, beschränkt; und die höchsten Berge wie auch die Wasserscheide folgen in den grossen Zügen längs der Mittenachse der regionalmetamorphen Bergkettengesteine.

Parallel mit der Bergkette und den *durchschnittlichen Faltungsachsen der Schiefer* verlaufen ferner 1) die Küstenlinie zwischen 64° und 68° n. Br.; und 2) der markierte *Steilabfall* gegen die grosse Oceantiefe (Lofot-Vesteraaleggen zu Storeggen, s. Fig 2). Das Letztere ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, dass die *bedeutende Einsenkung gegen die Oceantiefe gleichzeitig mit der Gebirgsfaltung stattfand.*

Der *Jura* auf Andø ruht unmittelbar auf den alten Gesteinen; dieses zeigt, dass die nord-norwegische Bergkette seit der Faltung bis zum Jura entweder die ganze Zeit über dem Meer lag, — oder dass eventuelle Ablagerungen in der Zwischenzeit völlig abradiert worden sind, welches ebenfalls zeigt, dass die Bergkette eine sehr lange Zeit auf dem Trockenen lag.

Die höchsten Berge in Helgeland und der Abfall der ganzen Felsenplatte. (S. 8—21). — Die höchsten Berge in Helgeland erreichen eine Höhe von 1808 bis 1907 m. (Oxtinderne, 66° n. Br., nahe der schwedischen Grenze). — Der aus Gabbro gebaute Berg Jäkkevarre in Lyngen bei Tromsö (69¼° n. Br.) ist noch ein klein wenig höher, nämlich 1916 m.; der ebenfalls aus Gabbro gebaute Berg Sulitelma (67¼° n. Br.) ist 1830 m. hoch. Noch höher ist Kebnekaise in Schweden (68° n. Br., etwas östlich von der Reichsgrenze), mit seinem höchsten Gipfel von 2136 m.

Morphologisch kann man Helgeland in vier parallele (und gleich breite) Zonen einteilen (Fig. 3):

Zuerst eine *Schärenhof*-Zone mit der *Strandebene*; die meisten Berge ganz niedrig, einige jedoch 600—800 m. und ein paar 800—1050 m. hoch;

eine *Fjord*-Zone; die meisten Berge 600—1000 m. hoch und einige 1100—1250 m.;

eine *Längenthal*- oder *Streichthal*-Zone; die meisten Berge 900—1200 hoch, einige 1200—1400 und zwei 1443, 1559 m.;

eine *Hochgebirgs*-Zone; die meisten Berge 1100—1500 m. hoch und zwei Gebirgsgruppen 1660—1703 m., bezw. 1808—1907 m.

Helgeland liefert eine ganze Reihe von Beispielen für das Gesetz der *Konstanz der Gipfelhöhen.*

Auf der Karte Fig. 3 sind alle die höchsten Berge eingezeichnet, dann auf die zwei Profile unten hinunterprojicirt (das oberste Profil gilt der oberen Hälfte der Karte, das unterste der unteren; man bemerke, dass die Nord-Linie der Karte etwas nach links gedreht ist, so dass die Längenrichtung der Karte parallel der Hauptrichtung der Bergkette verläuft).

Wie die Profile ergeben, bilden sowohl die am höchsten aufragenden Gipfel wie auch die ordinären Gipfelhöhen eine Schiefebene, deren Böschungswinkel infolge verschiedenen Berechnungen (s. S. 13) 36′, 36′, *38′ 40′*, 42′, 45′, 46′, also durchschnittlich etwa *40 Minuten* (oder 1:86) beträgt. Eine ähnliche Zahl bekommt man auch, wenn man von den ordinären Thal-, See- und Fjord-Sohlen ausgeht. — Durch die postglaciale Hebung ist das Land um ca. 2½′ gehoben worden; Unterschied also ca. 37½′, welches dem Böschungswinkel der Bergplatte vor der postglacialen Hebung entspricht. Auf Grundlage der früher von *A. Helland* für Romsdals-Amt (bei 63° n. Br.) zusammengestellten Daten habe ich den Böschungswinkel der Bergplatte hier zu ziemlich genau 1 Grad berechnet. — Unter Berücksichtigung des charakteristischen Systems von Längenthälern in Helgeland und der vielen Gesteine von sehr wechselnder Widerstandsfähigkeit gegen die Denudation (einerseits Kalkstein und Glimmerschiefer, andrerseits Gneiss, Granit, Gabbro) ist der ziemlich regelmässige Abfall der ganzen Bergmasse hier bemerkenswert.

Ausserhalb des Schärenhofes sinkt der Untergrund zuerst bis zu einer Tiefe von 150 Fader (282 m.) unter einem

Winkel von etwa 16′, jedoch ziemlich wechselnd an den verschiedenen Stellen; dann auf dem breiten „kontinentalen Sockel", der auf der Küste von Helgeland eine Breite von ca. 140 Kilom. (!) erreicht, zwischen den Tiefenkurven 150 Foden (282 m.) und 200 Foden (376 m.) unter einem durchschnittlichen Winkel von nur 2¼—2⅓′; dieses entspricht ziemlich genau dem postglacialen Hebungswinkel; d: *der breite kontinentale Sockel, der von glacialen Ablagerungen (ungefähr wie jetzt die Nordsee) bedeckt ist, hatte am Ende der Glacialzeit im Grossen und Ganzen eine horizontale Oberfläche.*

Dann kommt die markierte *Steilabfall-Linie* — eine Linie, die *geotektonischer* Natur ist — gegen die Oceantiefe, mit Böschungswinkel: zu Storeggen (62½° n. Br.) Max. 4° 56′, durchschnittlich 2° 25′; zu Lofot-Vesteraaleggen (67½—70½° n. Br.) Max. 20—25°, durchschnittlich 7°; auf der Zwischenstrecke ausserhalb Helgeland und dem nördl. Teil von Trondhjems Stift (63° 40′—64° 40′) dagegen durchschnittlich nur 1° 8′, auf einigen Stellen noch etwas niedriger. Siehe die Profile Fig. 4 (Höhe 20-mal der Länge gezeichnet).

Die Tiefe der Einschnitte (Thäler, Fjorde, Seeen). (S. 21—25). — Die Sohlen der grossen Thäler liegen 750—900 m. bis 1000—1300 m., durchschnittlich ungefähr 1000 m. (1 Kilom.) unterhalb der Gipfel der unmittelbar rechts und links aufsteigenden höchsten Berge; bei den Fjorden und Seeen (Rösvand) dagegen beträgt die Tiefe der Einschnitte 1000—1300 m. bis 1400—1700 m., durchschnittlich 1250—1500 m (1¼—1½ Kilom.), also entschieden mehr als bei den Thälern. Dieses zeigt, *dass die Fjorde und Seeen eine potenzierte Erosion erlitten haben* (nämlich eine starke Gletschererosion). — Die Fjorde in Helgeland sind in der Regel 400—500, Max. 636 m. tief (unterhalb des Meeresspiegels). Wie bekanntlich sonst in Norwegen sind auch die Fjorde in Helgeland tiefer als das Meer unmittelbar ausserhalb der Küste. Die Fjorde verlieren etwas weiter draussen in der Strandebene ihren typischen Charakter.

Die Abhängigkeit der Gipfelhöhen von der Widerstandsfähigkeit der Gesteine. (S. 25—32). — Die höchsten Berge in Helgeland bestehen ohne oder beinahe ohne Ausnahme aus Granit, Gabbro, Serpentin und Gneiss (jüngere Gneiss-Etage der Bergkette), und je grösser die Felder dieser Gesteine sind, desto höher sind auch in der Regel die Berge. Auf dem beinahe 40 Kilom. langen und bis 4½ Kilom. breiten Granitfeld der Sieben Schwestern (Fig. 5, Photographie Fig. 9) ist die Abhängigkeit der Gipfelhöhen von der Granitfeld-Breite sehr ausgeprägt, beinahe *mathematisch gesetzmässig* (s. Tabelle S. 28). — Der lichte, gepresste (und nicht chloritisirte) Granit scheint in Helgeland eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen Denudation zu besitzen als der dortige Gneiss und Gabbro; auch der Serpentin hat eine höhere als der Gabbro.

Längen- oder Streichthäler und Querthäler; Längen- oder Streichfjorde und Querfjorde. (S. 32—35). — Die Längenthäler, die meistens den *leicht erodierbaren, mächtigen Kalksteinlagen entlang folgen*, und die sehr oft *„offene Thäler"* sind, sind für Helgeland, wie überhaupt für Nordlands Amt, sehr charakteristisch (s. Fig. 1, 3, 11, 23); so kann man, nur mit einer Unterbrechung am Polarkreis durch ein grosses Granitfeld, ein ganzes *System von inneren Längenthälern* von 64½° bis 67½° n. Br. verfolgen. Die Passhöhen zwischen den verschiedenen zu diesem System gehörigen Thälern, denen entlang eine Eisenbahn projectirt ist, betragen nur bezw. 205 m., 172 m. und ca. 65 m.; dann auf einer verhältnissmässig kurzen Strecke auf dem Granitfelde (am Polarkreis, zwischen Salten und Ranen) ca. 660 m. Zwischen diesem inneren Thalsystem und der Küste giebt es im südl. Helgeland zahlreiche Berge 1000—1275 m. hoch (Max. 1289 m.); und weiter nördlich, bei Svartisen, sogar 1400—1600 m. hoch.

Beinahe senkrecht auf diese Längenthäler verläuft eine Reihe von *Querthälern* (s. z. B. Fig. 23); diese durchschneiden hier, wie bekanntlich auch im Allgemeinen sonst, mehr widerstandsfähige Gesteine, und sind in der Regel viel enger als die Längenthäler.

Diese Combination von Längenthälern und Querthälern kann nur dadurch erklärt werden, dass die Hauptzüge der Orographie durch Erosion von *fliessendem Wasser* — und nicht durch die spätere Gletschererosion — bedingt wurde; mit anderen Worten, die Hauptzüge der Orographie ist *präglacial*. Oben sind Argumente dafür gegeben, dass die ursprüngliche Bergkette nicht zu einem peneplain abradiert wurde, und dass die alte Bergkette jedenfalls unter sehr langen Perioden seit der Faltung auf dem Trockenen lag. Selbst auf den höchsten Gipfeln begegnen wir Tiefeneruptivgesteinen, die nicht von Ergussgesteinen begleitet werden; o: auch die jetzigen Gipfel liegen sehr tief unterhalb der ursprünglichen Oberfläche. Nehmen wir an, was übrigens ganz willkürlich ist, dass die Gipfelhöhen zu einer Tiefe von 1 Kilom. (welches wahrscheinlich ein Minimum ist) unterhalb der ursprünglichen Oberfläche denudiert worden sind, so müssen die Thäler zu einer durchschnittlichen Tiefe von 2 Kilom. und die Fjorde zu einer Tiefe von 2¼—2½ Kilom. erodiert worden sein. Das Wichtigste dieser Denudationsarbeit ist präglacial; ohne Zweifel haben auch die Gletscher, so namentlich bei den Fjorden, wie jetzt im Allgemeinen angenommen wird, eine bedeutende Erosion ausgeführt. Die Längenthäler zeigen die übliche U-Form; bei den engen Querthälern dagegen ist diese oft weniger ausgeprägt. In vielen Fällen ist auch eine bedeutende *post*glaciale Flusserosion wahrzunehmen.

Auch bei den Fjorden kann man in vielen Fällen eine Einteilung in *Längen-* oder *Streichfjorde* und *Querfjorde* durchführen (s. Fig. 1, 5, 7); dies ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, dass die Fjorde als *präglaciale* Längen- und Querthäler aufzufassen sind, die durch die Gletscher tiefer erodiert worden sind.

Strandebene. (S. 35—55). — In 1894 beschrieb *Reusch* unter der Bezeichnung „Strandebene" die flache und niedrig liegende Küstenzone, die wie eine Krämpe den hochgelegenen Felsenboden im Lande drin einrahmt, und die sich beinahe *conti-*

nuirlich der ganzen Westküste von Norwegen entlang, von Lindesnäs bis zum Nordkap, erstreckt; er erklärte die Strandebene als durch eine *Abrasion* entstanden, von *präglacialer*, vielleicht jedoch von *interglacialer* Zeit.

Diese Strandebene, die namentlich an der Küstenstrecke zwischen 63 1/2 und 66 1/2 ° n. Br. sehr ausgeprägt entwickelt ist, erreicht im südlichen Helgeland eine durchschnittliche Breite von etwa *45 Kilom.* (beinahe so breit wie ein Drittel der ganzen Breite des Landes, von den äussersten Schären bis zu der schwedischen Grenze gerechnet). Verschiedene Ablesungen ergaben die Breite bezw. 39, 45, 46, 48 und 50 Kilom. Die innere Grenze, wo die Felsenmassen sich in der Regel sehr markiert erheben, lässt sich im Allgemeinen mit einer Genauigkeit von etwa 1/4 Kilom. oder darunter bestimmen; und die äussere, gegen das Meer liegende Grenze lässt sich einigermassen gut aus den Seekarten ablesen. — Auf der Karte Fig. 7 (Maassstab 1 : 400.000) ist die über dem Meer liegende Strandebene ganz schwarz und diejenige unter dem Meer schraffiert gezeichnet; die Zahlen rechts und auf einigen innerhalb der Strandebene aufragenden Bergen zeigen die Gipfelhöhen in Meter. In Helgeland liegt die Strandebene im inneren Teil in einer Höhe von 20, 30, 40, bis etwa 50 oder 60 m. über dem Meer, aber nicht noch höher; und in dem äussersten Teil in der Regel 10—30 m. unterhalb des Meeresspiegels, nur mit einigen isolierten Schären; etwas näher der Küste tritt der eigentümliche *„Strandebenen-Schärenhof"* auf (s. Karte Fig. 8), mit Tausenden oder Zehntausenden von kleinen, ungefähr gleich hohen Schären, die am öftesten durch ganz seichtes Wasser von einander getrennt sind.

Die postglaciale Hebung, mit einem Winkel von ca. 2 1/2', bewirkt, dass der innere Teil der Strandebene, bei einer Breite von 45 Kilom., ca. 33 m höher gehoben worden ist als der äussere Teil; in der That ist der Höhenunterschied (etwa 60—75 m.) zwischen dem inneren und äusseren Teil noch

grösser; o: auch vor der postglacialen Hebung lag der äussere Teil der Strandebene etwas niedriger als der innere. Dies stimmt überein mit *v. Richthofens* Erklärung der Meeresabrasion, bei *sinkenden* Küsten.

In der Strandebenen-Region sind die Kalksteine und Glimmerschiefer beinahe durchgängig nivellirt worden; dasselbe gilt auch einem bedeutenden Teil der mehr widerstandsfähigen Gesteine, wie Gneiss, Granit, Gabbro und Serpentin. Die *sehr grossen* Gebiete dieser letzteren Gesteine sind jedoch nicht völlig abradiert worden, und deswegen ragen noch an verschiedenen Stellen in der Strandebene ziemlich hohe, isoliert stehende Berge auf (siehe Karte Fig. 7 und das schematische Profil Fig. 10, b). Diese Abrasionsreste, mit abnehmender Höhe gegen das Meer zu, ergeben, dass der oben gefundene Böschungswinkel (ca. 40′) der ganzen Gebirgsplatte auch für die Strandebene-Zone gilt.

Unmittelbar östlich von der Strandebene erhebt sich der ordinäre Felsenboden zu einer durchschnittlichen Höhe von etwa 500 m., mit zahlreichen noch höher aufragenden Gipfeln (s. Fig. 7, 10). Unter Berücksichtigung der Böschungswinkel (40′) der ganzen Felsenplatte ist somit der innere, ca. 25—60 m. hoch liegende Teil der Strandebene zu einer Tiefe von etwa *400 m.* abradiert worden. Also: *Breite der Strandebene im südl. Helgeland ca. 45 Kilom. und Dicke (Höhe) des wegabradierten im inneren Teil etwa 400 m.;* diese letztere Zahl ist übrigens eine Minimumsangabe, und für das nördliche Helgeland sollte man vielleicht lieber etwa 500 m. setzen. — Hier wird vorausgesetzt, dass die Strandebene und das innere Hochland nach der Abrasion von dem Eis gleich stark erodiert worden sind; jedenfalls wird der Unterschied in dieser Erosionsintensität nicht sehr erheblich gewesen sein.

Die Grenze der Strandebene gegen das innere Hochland ist im Grossen und Ganzen eine ziemlich *gerade Linie* (s. Karte Fig. 7), und die Strandebene erstreckt sich *nicht* in die inneren Fjorde hinein. Weder hier noch sonst im Inneren des Landes

giebt es irgend welche entsprechende Tiefebene (*Reusch's* Bemerkungen über die Strandebene in den inneren Fjorden in Tromsö kann ich nicht beitreten, und ich weiss, dass er selbst die Behauptung nicht aufrecht hält. Auch bemerken wir, dass der Torghatten-Tunnel nicht, wie gelegentlich von einigen Forschern behauptet worden ist, der Strandebenen-Zeit angehört, sondern der viel jüngeren Strandlinien-Zeit[1]); siehe hierüber unten).

Die Strandebene ist eine ausgeprägte *Küsten*erscheinung, der ganzen Westküste von Norwegen entlang; sie hat nichts mit Verwerfungen zu thun, sondern muss entschieden, wie auch *Reusch* gesagt hat, durch eine *Meeres*abrasion erklärt werden: die Brandungen unterminirten die Felsen, und die gewöhnlichen denudirenden Kräfte (fliessendes Wasser, Frostsprengung usw.) des festen Landes führten gleichzeitig ihre Thätigkeit aus.

Die Strandebene zeigt, bis zu den äussersten Schären, die gewöhnlichen Eisschräme; *die Abrasion ist also entschieden älter als die jüngste Eisdecke.* Eine untere Altersgrenze erhalten wir dadurch, dass das Jurafeld auf Andö in der Strandebene liegt; o: *die Abrasion ist jünger als der Jura*, ferner auch jünger als die Graben-Versenkung und Faltung (oder wohl lieber Flexur) des Andö-Juras.

A. M. Hansen glaubt die Abrasion durch schwimmende Eisberge am Ende der ersten Eiszeit (seiner *proto*glacialen Zeit) erklären zu können; seine Argumente sind jedoch nach meiner Meinung nicht haltbar, und überhaupt unterschätzt er gänzlich die Quantität der Strandebenen-Abrasion (so setzt er in Helgeland die Breite der Strandebene zu 1—1½ Kilom., anstatt zu 45 Kilom.). — *Reusch* nimmt an, dass die Abrasion *präg*lacial, vielleicht doch *inter*glacial ist; und *E. Richter* (Graz) nimmt an, sie sei *inter*glacial. Nach meiner Auffassung,

[1]) Die Strand*ebene* und die Strand*linie* sind gänzlich verschiedene Erscheinungen.

ist sie *präglacial*. Erstens war die interglaciale Periode (oder wohl lieber Perioden) zwar ziemlich lang, doch wohl nicht so lang, dass eine Abrasion — in krystallinen, zum Teil selbst sehr festen Gesteinen — mit Dimensionen ca. 45 Kilom. in der Breite und ca. 400 m. in der Höhe, stattfinden konnte. Zweitens reicht die Strandebene nicht in die inneren Fjorde hinein, was ziemlich sicher dadurch erklärt werden muss, *dass die Fjorde als solche jünger sind als die Abrasion*. Die Fjorde sind aller Wahrscheinlichkeit nach durch Gletscher, die den alten, präglacialen Thälern folgten, erodiert worden, und zwar nicht nur in der letzteren, sondern auch in der ersten (oder den ersten) Eisperioden; die Strandebenen-Abrasion scheint noch älter zu sein, also präglacial. Wahrscheinlich fiel die Abrasion in Tertiär. — An der Westküste *Schottlands* giebt es auch eine Strandebene (nach *W. M. Davis*, s. Seite 53); hier mag vielleicht das Alter der Abrasion näher bestimmt werden.

Auf Grönland scheint die Strandebene völlig zu fehlen, *und Strandebene und Eiszeit gehören nicht genetisch zusammen.*

Nach der Abrasion (auch wenn diese gegen meine Annahme sich als interglacial erweisen sollte) ist die Strandebene durch Eis erodiert worden, und hat dadurch ihren jetzigen Charakter bekommen.

Der gerade für die norwegische Westküste charakteristische *„Strandebenen-Schärenhof“* (Karte Fig. 8) beruht auf *zwei von einander unabhängigen Factoren*, nämlich 1) *erstens einer Abrasion*, und 2) *zweitens einer Eiserosion*. Diese letztere war zwar sehr bedeutend, doch nicht so eingreifend, dass die Spuren der Abrasion ausgewischt wurden.

Am Schluss der Eiszeit (in der Strandlinien-Periode) lag das Festland in Helgeland etwas niedriger als während der Strandebenen-Abrasion, — und zwar in beiden Fällen niedriger als jetzt.

Die Strandebene liegt der ganzen norwegischen Westküste entlang im Grossen und Ganzen ungefähr in der-

selben Höhe, jedoch vielleicht etwas niedriger im Norden als im Süden; der Unterschied ist aber jedenfalls nicht sehr bedeutend. — Seit der Strandebenen-Abrasion hat das Festland von Norwegen keine sehr eingreifende Verwerfungen erlitten.

Die Quartärgeologie des südlichen Helgelands.

Von **Rekstad** und **Vogt.**

Eisschliffe und Endmoränen. (S. 62—65). — Die Hauptbewegungsrichtung des Festlandseises war von OSO nach WNW, senkrecht auf die Längenrichtung der Bergkette oder parallel dem Abfall der ganzen Felsenplatte (s. Karte Fig 11). — Am Ende der Eiszeit folgten die einzelnen Gletscher den verschiedenen Thälern und Fjorden entlang, und hier findet man eine Anzahl isolierter Endmoränen (s. Karte Fig. 11).

Strandlinien und die höchsten Terrassen; die marine Grenze (S. 66—85, Zusatz S. 150—154). — Die höchsten (im festen Gestein eingegrabenen) Strandlinien und die höchsten Terrassen repräsentiren, wie es namentlich durch die Untersuchung auf Leka festgestellt wurde, die (oberste) marine Grenze; dass es sich im Allgemeinen mit dem westlichen und nördlichen Norwegen so verhält, ist schon früher von anderen Forschern nachgewiesen worden.

Die bisher beobachtete höchste Terrasse in Helgeland, wie überhaupt im nördlichen Norwegen, ist bei Bjeldaanäs im Dunderlandsthal in Ranen (s. S. 150, nördl. von der Karte Fig. 11), gerade am Polarkreis und nur 21 Kilom. von der schwedischen Grenze entfernt; Höhe *168 m.* über dem Meer.

Etwas näher der Küste kann man viele sehen, die 137 bis 125 m. hoch sind; noch näher der Küste sieht man solche die 125 bis 110 oder 100 m., und auf den äussersten Inseln im südl. Helgeland solche die 96—92 m. hoch sind; ferner ist die marine Grenze auf der ziemlich weit im Meere hinein liegenden Insel Tränen (gerade am Polarkreis; etwas nördl. von der Karte Fig. 11) durch die marinen Höhlen auf ca. 65 m. bestimmt worden.

Wie schon andere Forscher bezüglich Tromsö-, Finmarken und Bergens Stift angegeben haben, ist auch für Helgeland die Hebung im Inneren des Landes grösser gewesen als an der Küste. Der Fallwinkel (Gradient) der Hebung ist in Helgeland zu ca. 2′ 20″, *2′ 30″*, 2′ 45″ und *3′ 8″* bestimmt worden (s. S. 80—81 und S. 154; die besten Bestimmungen cursiv gedruckt). Dies stimmt ziemlich gut überein mit den früheren Observationen von *A. M. Hansen* (Sogn—Romsdal, Tromsö) und von *A. Helland* (oberste Strandlinie-Niveau in Tromsö). — Der Küste entlang ist die Hebung im Trondhjem'schen grösser gewesen als in Nordland—Tromsö; so zeigt eine der Küste entlang gehende gerade Linie von Leka (65° n. Br.) bis Senjen (69½° n. Br.) eine etwa 33″ grössere Hebung im Süden als im Norden.

Die Isobasenkarte Fig. 15, die eine Reproduction der früheren Karten von *G. de Geer* ist, jedoch mit vielen Revisionen in den Einzelkarten, zeigt,

dass die Isobasen zwischen 62—63° und 70° n. Br. in grossen Zügen parallel dem Steilabfall (Storeggen—Lofoteggen) *gegen die Oceantiefe verläuft;* und *dass die hypothetische Isobase für 0 m. annähernd mit der Steilabfall-Linie zusammen fällt.*

Dies lässt sich am einfachsten dadurch erklären, dass nur das Kontinent nebst dem kontinentalen Sockel, nicht dagegen der Untergrund unter der eigentlichen Oceantiefe der postglacialen Hebung unterworfen war; eine Linie in der Nähe des grossen Steilabfalles wäre dann die Angel, um welche die Winkelbewegung stattfand. — Diese Annahme gilt jedoch nur für die ca. 1000 Kilom. lange Zwischenstrecke zwischen

62—63 und 70° n. Br.; sowohl gegen Süden wie gegen Norden treten andere geotektonische Faktoren ein.

Die Strandlinien treten in Helgeland, wie bekanntlich auch sonst in Norwegen, nur in Fjorden, Sunden und Buchten auf, also an Stellen, wo der Strom verhältnissmässig stark war, nicht dagegen auf der äusseren, gegen das offene Meer wendenden Seite der Inseln und Vorgebirge; die Meereswellen, welche hier am stärksten waren, haben somit die Eingrabung der Strandlinien nicht bewirkt.

In Helgeland giebt es zwei Niveaus von Strandlinien, nämlich abgesehen von dem oberen, welches die (oberste) marine Grenze repräsentiert, auch ein Niveau etwa 10 m. tiefer (s. Fig. 14 rechts und die Photographie Fig 12); lokal vielleicht auch ein drittes, ganz naheliegendes Niveau. Noch niedriger begegnen wir mehreren ausgeprägten Terrassen-Stufen, zum Teil mit grossen Terrassen, welches einen langen Stillstand des Meeresstandes zeigt. Trotzdem fehlen aber hier die im festen Gestein eingegrabenen Strandlinien. Dieses muss ziemlich sicher dadurch erklärt werden, dass das Klima, das in der Strandlinien-Zeit arktisch war (mit yoldia arctica usw.), schon an diesen niedrigeren Terrassen-Stufen milder geworden war. Dass die Eingrabung der Strandlinien ein sehr kaltes (arktisches) Klima voraussetzt, hat man bekanntlich auch früher aus ihrer topographischen Verbreitung geschlossen. — Das feste Gestein in dem (in der Regel 10—20, selten bis 40—50 m. breiten) Boden und in dem (in der Regel 5—10, vielleicht bis 15 m. hohen) Rücken der Strandlinien ist im Allgemeinen sehr stark zerklüftet. — Alle die obigen Beobachtungen deuten darauf hin, dass die norwegischen Strandlinien, wie es betreffend Grönland von dem Norweger *Hans Knudsen* (Mitglied der dänischen Expedition nach Ost-Grönland 1883—85) beschrieben worden ist, durch den *„Eisfuss“* gebildet worden sind: im Winter friert das Eis den Fjord- und Buchtseiten entlang; der Frost sprengt Steine ab, und diese werden mit dem Eisfuss im Sommer durch den Strom fortgeführt; bis zum nächsten Winter giebt es dann neue Angriffspunkte.

Dass das Meer in Helgeland während der Strandlinien-Ausgrabung eine lange Zeit einen beinahe constanten Stand hatte, zeigen die grossen Terrassen im Inneren des Landes wie auch die grossen marinen Höhlen (Torghatten usw.) der Küste entlang.

Niedrigere Terrassen-Stufen und die in denselben auftretenden Fossilien (S. 85—94, Zusatz S. 155—156). — Die meisten (doch nicht alle) der zahlreichen niedrigeren Terrassen lassen sich in drei Gruppen ordnen:

a) in Niveau 82—75 m. über dem Meer;
b) in Niveau 65—55 m. und
c) in Niveau 30—25 m.;

diese Zahlen gelten doch nur für die Partie der Küste entlang, und im Inneren begegnen wir überall etwas grösseren Höhlen.

In der obersten dieser drei Niveaus ist in einer Terrasse 82 m. über dem Meer (und 19 m. unterhalb einer nahe liegenden Strandlinie) bei Fagerviken an der Südmündung des Ranenfjordes *yoldia arctica, leda pernula, panopea norvegica* usw. gefunden worden (S. 86); das Klima war also zu der Zeit arktisch. — Die Fossilfunde in den mittleren Terrassen-Stufen, in einer Höhe von 65—55 m., entsprechend ca. 40% der Steigung, zeigen schon ein entschieden milderes Klima (s. S. 88—90); und in den niedrigsten Terrassen begegnet man hauptsächlich den jetzt an der Küste lebenden Mollusken (s. S. 91—94).

Torghatten und andere marine Höhlen, in und nahe der marinen Grenze (S. 95—105, Zusatz S. 152). — Torghatten, dessen Lage man links unten an den Karten Fig. 1, 7, 11 findet, ist ein natürlicher Tunnel (s. Fig. 18—20) durch einen 260 m. hohen Berg, der aus gepresstem rotem archäischen Granit besteht. Der Tunnel, der parallel einem Spaltensystem des Gesteins verläuft, hat unter festem Dach eine Länge von 160 m.; die Breite im centralen Teile ist 11—12 m., er wird

dann nach beiden Enden zu immer grösser; die Höhe im inneren Teil ist ca. 35 m.; wie man an Fig. 19 sieht, ist die Länge ursprünglich viel grösser gewesen, nämlich etwa 400 m., sehr viel von dem Dach ist aber hinuntergestürzt, und zwar meistens schon während der Bildung des Tunnels. — Torghatten ist früher von *H. Mohn* (1870) und *H. Reusch* (1881) beschrieben worden; beide kamen zu dem Resultat, dass er *durch die Meereswellen ausgehöhlt* wäre. Dass dies in der That richtig ist, lässt sich jetzt sicher dadurch feststellen, dass der *Tunnel im Niveau mit der früheren grossen Einsenkung lag*: die (oberste) marine Grenze zu Torghatten war ca. 120 m. über dem Meer, und das untere der zwei nahe an einander liegenden Strandlinien-Niveaus hatte eine Höhe von ca. 110 m.; gerade in derselben Höhe (109—112 m.) liegt auch das feste Gestein im Boden des Tunnels. — Auch zeigen die Wände des Tunnels dieselbe *„Wellen-geleckte"* Oberfläche (Fig. 21) wie üblich an den Meeresküsten. — Bei der Eingrabung des Tunnels war Torghatten eine kleine isolierte Insel (1 Kilom. lang, 300 m. breit), die am weitesten draussen gegen das Meer lag.

In Helgeland giebt es auch sonst im Niveau mit der marinen Grenze eine ganze Anzahl Höhlen (s. z. B. Photographie Fig. 22), dann auch einige Höhlen im Niveau mit den niedrigeren Terrassen. — Diese Küsten-Höhlen darf man nicht mit den bekannten in Kalkstein ausgegrabenen bis 550 m. langen Höhlen und bis 1300 m. langen unterirdischen Flussläufen in der nordnorwegischen Marmor-Etage verwechseln.

Ueber Meeresströme am Ende der Eiszeit (S. 105—110: Zusatz S. 156—157). — Schon längst sind Blöcke von den leicht erkennbaren Gesteinen des Kristianiagebiets der Süd- und Westküste des südlichen Norwegens entlang nachgewiesen worden, so von *Reusch* nördlich bis zu Söndmöre (62° n. Br.). Auf unseren Reisen haben wir Blöcke von Kristiania-Gesteinen, und zwar namentlich von den charakteristischen chokoladebraunen Rhombenporphyr, noch viel nördlicher auf den äus-

sersten der Küste entlang folgenden Inseln gefunden, nämlich auf Leka (65° n. Br.) und auf Tränen (gerade am Polarkreise). Die meisten Blöcke sind im jetzigen Meeresniveau gefunden worden (weil die Steine hier am meisten entblösst und deswegen am leichtesten zu sehen sind); doch waren auf Leka auch einige in einer Höhe von 40—50 m. über dem Meer; die obere Grenze der Blöcke ist wohl übrigens damit noch nicht erreicht. — Diese Blöcke können nur durch *schwimmendes Eis* transportiert worden sein.

Bekanntlich findet man an der West- und Nordküste Norwegens oft Pimpsteine, die nach *Bäckström* teils von Island und teils von der Polarregion (Behringsstrasse?) herrühren; diese Blöcke liegen in der Regel in einer Höhe von 10—20 m., sogar bis 40 m. über dem Meer. Auf Leka liegen sie niedriger als die oben erwähnten Kristiania-Blöcke.

Wir begegnen also an der Küste Nordlands sowohl von *Süden* (Kristianiagebiet) als auch von *Westen* (Island) und *Norden* durch Meeresströme transportierten Gesteinen. Auch jetzt treiben in Nordland, durch die wechselnde Wirkung einerseits des Golfstromes mit dem der norwegischen Küste gegen Nord entlang gehenden Strom und andrerseits des ostisländischen Stromes, Organismen ein, sowohl von Süden als auch von Westen und Norden. *Die obigen Blockfunde in Nordland deuten darauf hin, dass die Meeresströme hier am Schluss der Eiszeit ungefähr dieselben waren wie jetzt.*

*Flint*blöcke sind an der Küste von Nordland an mehreren Orten angetroffen worden, bis zu einer Höhe von 48 m. über dem Meer; vielleicht stammen sie aus Dänemark (?).

Svenningdalens Silbererzgänge.

(Von **Vogt**).

In Svenningdalen in Vefsen, ca. 44 Kilom. südlich von der kleinen Hafenstadt Mosjöen, ist ein ca. 1 Kilom. langes *Ersfeld*, das 15—20 grössere und mehrere kleinere Erzgänge (se Tafel 1) umfasst, die seit 1877 bergmännisch betrieben worden sind. Die Erzgänge sind O—W-streichende *Parallelgänge*, die mit einem Winkel von beinahe 90° die N—S streichenden Kalksteine und Glimmerhornblendeschiefer durchqueren, und auch an verschiedenen Stellen etwas in den gegen West auftretenden Granit hinein fortsetzen (s. Tafel 1 und Fig. 24). Dieser Granit (s. Karte Fig. 23) ist der gewöhnliche lichte gepresste, verhältnissmässig Natron-reiche Granit, dessen Eruption ziemlich sicher gleichzeitig mit der Gebirgsfaltung stattfand; jedenfalls ist der Granit jünger als die Schiefer und Kalksteine (siehe die Apophysen auf Tafel 1).

Die Erzgänge, die in der Regel 0.1—0.25 m., selten bis 1 m. und darüber mächtig sind, erleiden hie und da Ablenkungen, bezw. Zersplitterungen an der Grenze zwischen Gesteinen verschiedener mechanischer Natur (s. Fig. 25—26). — Die Erzgänge in Svenningdalen befinden sich unmittelbar an der *Ost*grenze des Granitfeldes; unmittelbar an der *West*grenze desselben Granitfeldes tritt auch ein Bleiglanz-Zinkblende-Vorkommen auf (bei Eiteraakrogen, unten links an Fig. 23).

Auch sonst in dem Küstengebiet des südlichen Helgelands sind mehrere Bleiglanz-Zinkblende-Vorkommen (mit etwas Kies) bekannt, und zwar in der Nähe der Granitgrenzen; so bei Husvik in Tjötta (S. 134—136), wo eine Fahlband-ähnliche Impregnation vorliegt, die von Granitgängen durchschnitten wird. In Svenningdalen ist die Erzbildung *jünger* als die Eruption des Granits mit zugehörigen Granitgängen, bei Husvik dagegen

älter; dies muss ziemlich sicher dadurch erklärt werden, *dass die Bildung unserer Erze in die lange Periode der Gebirgsfaltung und der Graniteruption fiel.*

In tektonischer Beziehung giebt es mehrere Analogien zwischen der *Spaltenbildung in Svenningdalenen und bei Kongsberg:*

in beiden Feldern begegnen wir Parallelgängen (in beiden Fällen streichen sie ungefähr O—W-lich und im Allgemeinen ohne nennenswerthe Verwerfungen);

die meisten Spalten setzen beinahe senkrecht durch die schieferigen Gesteinen hindurch;

in beiden Gebieten treten die Erzgänge hauptsächlich *gerade der Grenze der schiefrigen Gesteine und einem centralen Feld von gepresstem Granit entlang auf*, und zwar sowohl rechts als auch links von den Granitfeldern (siehe die Karte über Svenningdalen Fig. 23 und über Kongsberg Fig. 27).

Das letztere mag darauf beruhen, dass der Granit eine compacte Einheit war, die eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen die Spalten-bildenden Kräfte besass, als die Schiefer; diese Kräfte bekamen deswegen *ihre Auslösung namentlich in den Schiefern der Granitgrenze entlang;* die Spalten-bildenden Kräfte wirkten wahrscheinlich hauptsächlich in der Richtung des herrschenden Streichen (N—S) und waren eine Folge der eruptiven Thätigkeit.

Bezüglich der *Gangausfällung* hat Svenningdalen eine ausgeprägte Ahnlickeit mit der *kiesigen Bleiformation* bei Freiberg:

in beiden Fällen ist *Quarz* das überwiegende Gangmineral;

von Erzen begegnen wir namentlich *Bleiglanz (silberhaltig) und Zinkblende* mit Arsenkies, Schwefelkies, Kupferkies, usw., ferner Fahlerz, in Svenningdalen auch Antimonglanz, etwas Rotgültigerz usw.

Nur sind die Erzgänge in Svenningdalen etwas edler als die kiesigen Bleigänge bei Freiberg. Die Betriebsstatistik in Svenningdalen ergiebt durchschnittlich pr. m.^{2} Gangfläche $^2/_3$—$^3/_4$ kg. Silber und 15—20 kg. Blei (nebst ungefähr ebenso

viel Zink wie Blei, einige kg. Kupfer und Spur von Gold); in Himmelfahrt bei Freiberg dagegen ca. 1/4 kg. Silber und ca. 60 kg. Blei (ferner ziemlich viel Zink, ein wenig Kupfer usw).

Zu Freiberg setzen die Erzgänge hauptsächlich durch *Gneiss*, in Svenningdalen dagegen durch *Kalkstein nebst Glimmerhornblendeschiefer und Granit*; das Nebengestein ist also höchst verschieden. Dass die Gangfällung trotzdem ungefähr dieselbe ist, zeigt uns, dass sie nicht von Lateralsekretion aus dem Nebengestein herrührt, sondern — wie in den späteren Jahren namentlich von *A. W. Stelzner* betreffend Freiberg nachgewiesen ist — von *Ascension*. Für Svenningdalen ist auch zu betonen, dass die hiesigen Gänge hauptsächlich *Quarz*gänge sind, trotzdem sie durch *Kalkstein* hindurchsetzen; selbst das Gangmineral (Quarz) kann also nicht von dem Nebengestein herrühren.

Auch für Svenningdalen gilt die bekannte Regel, dass die Gangkreuze veredlend wirken; die Erzverteilung auf die Gänge ist übrigens noch unregelmässiger und launenhafter als bei den meisten analogen Gangfeldern. — Im Ganzen ist in Svenningdalen von zwei Aktiengesellschaften (1877—86 und 1882—99) Erz mit einem Inhalt von ungefähr 16 650 kg. Silber producirt worden, in einem Werthe von ca. 1 500.000 Kr. und mit einer Gesammtausgabe von ca. 1 325.000 Kr.; Gesammtnetto als ca. 175.000 Kr. (1 Kr. = 1.12 Rm.). Seit dem grossen Preissfall des Silbers in der ersten Hälfte der 1890-er Jahre ist der Betrieb eingeschränckt, doch nicht eingestellt worden.

Ausser Kongsberg ist Svenningdalen das einzige zu der *„alten Silber-Blei-Ganggruppe"* gehörige Erzfeld, das bisher auf der skandinavischen Halbinsel nachgewiesen worden ist. *Die nordnorwegische Bergkettenfaltung war lokal von Erzgangbildung begleitet*, in ähnlicher Weise wie beispielsweise im Erzgebirge und im Harz.

Text til planchen over Svenningdalens gangfelt.

Høidekurven for 0 m. paa kartet ligger ca. 65 m. over havet. Mellem Svenningaasen og Vefsenelven er der en terrasse paa et par hundrede m.s bredde.

Paa længdeprofilet er alle ertsgange indprojicerede.

Paa grubekartet (O-V-profilet) over Svenningdalens grube er med sort afmærket de ertsførende, afbyggende dele af gangfladen; orter og synker uden eller med ganske lidet erts er betegnede ved to linjer. — Grubekarterne er kun holdt à-jour til midten af 1890-aarene; senere har driften været temmelig liden.

Stoller.

Til Svenningdalens grube (No. I).
- E. Ellefsen stoll.
- M. Mellemstollen.
- F. F-stoll eller Sund stoll.
- W. Weidemann stoll.

Til Jakob Knudsen grube.
- B. Bech stoll.
- Bk. Bækkedal stoll.

Ertsgangene (opregnede fra nord til syd).
- L. Langdalsaasen.
- R. Russegang.
- Vc. Victoria.
- *JK. Jakob Knudsen grube.*
- SV. Sydvestgang.
- *No. I. Svenningdalen grube.*
- R. Russegang.
- S. Brokks eller Søndre gang.
- M. Mellemgang.
- T. Tythaugen.
- No. II. No. II-gang.
- St. O. St. Olaf
- V. Vanderaas.
- Ø. Ølgang.
- Lp. Løiplid.
- K. Kovhaugen.

Trykfeil.

Istedenfor:	læs:	side:	Linje ovenfra
NO	NNO	3	22
komme,	komme af,	29	16
1811	1871	88	17
1897	1879	106	35

Indholdsfortegnelse.

Søndre Helgelands morfologi.

Af J. H. L. Vogt.

Side

Paralleliteten mellem strøglinjernes (foldningsaksernes) gjenemsnitlige retning og fjeldkjædens længderetning, kystlinjen og den store afhældslinje mod det norske hav 1
De høieste fjelde paa Helgeland 3
Fjeldpladens afhæld mod havet 9
Dybden af indskjæringerne (dale, fjorde, indsøer) 21
Fjeldhøidernes afhængighed af bergarternes modstandsevne mod denudation 25
Længde- eller strøgdale og tverdale; længde- eller strøgfjorde og tverfjorde 32
Strandfladen 35
Tilbageblik 55

Søndre Helgelands kvartærgeologi.

Af J. Rekstad og J. H. L. Vogt.

Side

Skuringsstriber og endemoræner 61
Strandlinjer og de høiest liggende terrasser; den marine grænse (De høiest liggende strandlinjer s. 66. De høiest liggende terrasser s. 71. Om de i fast fjeld optrædende strandlinjers optræden og dannelsesmaade s. 72. Den marine grænse s. 77. Isobaserne s. 79. Skraaningsvinkelen for hævningen s. 80). . 6
Lavere terrasse-trin samt de i samme optrædende fossiler 9
Torghatten og andre huler, i og nær under den marine grænse . . 9
Flytblokke ved havstrømme 10
Tilbageblik 11

Svenningdalens sølvertsgange.

Af J. H. L. Vogt.

Oversigt over Svenningdalens geologi 1
Svenningdalens gangfelt 1
Oversigt over driften i Svenningdalen 1
Husvik i Tjøttø 1
Om analogien mellem gangspaltedannelsen ved Svenningdalen og Kongsberg, og mellem gangudfyldningen ved Svenningdalen og Freibergs „kiesige Bleiformation“ 1
Nasa forlængst nedlagte bly-sølvverk 1

Tillæg (om nordre Helgelands kvartærgeologi) 1
Resumé (in deutscher Sprache) 1



LIBRARY
1954

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

No. 30.

Kartbladet Lillehammer.

Tekst.

Av

Ths. Münster,
Myntmester.

(Mit einem Resumé in deutscher Sprache).

Kristiania.
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1901.

Pris ~~25~~ øre.
kr. 1,-

Norges geologiske undersøgelse. No. 30.

Kartbladet Lillehammer.

Tekst.

Av

Ths. Münster,
myntmester.

(Mit einem Resumé in deutscher Sprache.)

Kristiania.
I kommission hos H. Aschehoug & Co.
1900.

+19

A. W. Brøggers bogtrykkeri.

Geografi.

Kartbladet Lillehammer, topografisk kartblad 25 D, strækker sig fra omtrent 60° 54′ til 61° 12′ nordlig bredde og fra ca. 0° 2′ østlig til 0° 48′ vestlig længde for Kristiania observatorium.

Det omfatter følgende præstegjæld:

i *Hedemarkens* amt:

en del av *Ringsaker* præstegjæld, nemlig den nordligste del av hovedsognet fra Ringsaker kirke av og nordefter langs Mjøsen samt størstedelen, ialfald av de lavere dele av Brøttum anneks;

i *Kristians* amt:

av *Biri* præstegjæld, den nordlige og høiest liggende del av Snertingdalens anneks samt hele hovedsognet med undtagelse av en liden snip sydlikst nede ved Mjøsen;

næsten hele *Fåberg* præstegjæld, idet kun den nordøstligste del av Lillehammer anneks og likeledes av hovedsognet strækker sig ubetydelikt ind på det nordenfor liggende kartblad, Gausdal;

av *Øier* præstegjæld en ganske liten snip på østsiden av Lågen ved kartets nordrand;

av *Østre Gausdals* præstegjæld likeledes en ganske liten del ved kartets nordrand på vestsiden av Gausa;

av *Vestre Gausdals* præstegjæld den sydligste del av hovedsognet;

samt endelig av *Nordre Lands* præstegjæld næsten hele den bebyggede del av Torpens anneks samt en ganske smal stripe av hovedsognet og av Nordsinnens anneks ved kartets sydrand på begge sider av Dokka.

Høideforhold. Den aller største del av kartbladets område indtages av høifjeldstrækninger; kun en ganske liten del ligger således under 300 m. o. h., nemlig strækningen langs Mjøsen (124 m. o. h.) og de til den kommende dalfører samt det dybeste av Dokkas trange rende fra kartets sydrand og nord til ned for Finni. Ikke litet over halvdelen av området ligger over 600 m. o. h.; men over 1000 m. er det kun enkelte toppe, som raker op, således øst for Lågendalføret Næverfjeld (1086 m.) i NNO for Lillehammer, og i NV hjørnet av kartet Herfjeldet (1041 m.), Værskei (1020 m.), Skjelbreifjeldene, hvis høieste når op til 1075 m., Skjervungsfjeldet (1096 m.) og endelig det mere isolerede Nylsfjeld i Nordtorpen (1040 m. over havet).

Dalfører. Disse fjeldstrækninger er gjennemskåret av temmelig dype dalfører, langs hvilke bebyggelsen naturlig holder sig, mens fjeldvidderne optas av de utallige sætre.

Hovedalførerne er Mjøsens i øst og Dokkas i vest.

Mjøsdalføret. Mjøsens rende fortsætter ret nordover i Lågens dalføre, hvis nederste del falder indenfor kartets område. Sidedalførerne hertil er på vestsiden Gausdals, der fra NV forener sig med Lågendalføret lidt nord for nordenden av Mjøsen: endvidere Saksumdalens, der umærkelig nordtil går over i den ved Vestre Gausdals hovedkirke med Gausas dalføre sammenstøtende Augedal og sydtil forener sig med Mjøsdalføret ca. 7 km. søndenfor Lillehammer; desuten Vismundelvens dalføre, Biris hovedbygd, der støter til Mjøsen ca. 14 km. længre syd; og endelig det øverste av Snertingdalen, der først støter til Mjøsen lidt sydfor kartet. På østsiden av Mjøsen er der ingen så utprægede dalfører, som på vestsiden, det eneste er Moelvens dalføre, der fra flaterne omkring Nærensjø kommer ned til Mjøsen ved jernbanestationen Moelven på

Ringsaker; den største elv her, nemlig Mesna, der falder ut i Mjøsen i Lillehammer by, danner kun i sin øvre del omkring nordre og søndre Mesnen et forøvrikt mindre utpræget dalføre.

Dokkas dalføre. Dokkadalføret i kartets vestlige del er særlig utmærket i sin sydlige del ved sin tranghet, idet elven her rinder i en 100—150 m. dyp kløft, skåret ind i den her ældste bergart, kvartssandstensformationen; kun på ganske enkelte steder er dalbunden utvidet, så den kan gi plads for bebyggelse, således hvor Synnas dalføre støter til hoveddalen; i den nordlikste del derimot, fra Dokfløivandet av er dalen mindre vild og trang. De viktikste sidedalfører hertil er Synnas med dens tilløp Livaselvens og Gjeras, der fra vest forener sig med hoveddalføret ved Aamot på Nordtorpen, og Kjøljas dalføre, Vesttorpen, der støter sammen med hoveddalen nogle få kilometer nordenfor kartets sydgrænse.

Vasdrag

Som det fremgår av kartet har omkring 3/4 av området avløp til Mjøsen og dens tilløp og kun 1/4 til Dokka.

Mjøsens nedslagsdistrikt. Hele kartets nordøstre hjørne har til lidt syd for Lillehammer avløp gjennem Mesnaelven, der på en strækning av mindre end 3 kilometer fos i fos sænker sig ca. 350 m. ned til Mjøsen. Den største del av partiet langs kartets østrand har forøvrikt avløp til Nærensjø og derfra gjennem Moelven til Mjøsen. Strækningen ved kartets nordrand mellem Lågen og Gausa har væsentlig gjennem et par småbække avløb til Gausa, til hvis vandsystem også hører den nordlige del av høiderne mellem Gausas dalføre og Saksumdalen—Augedal, samt den vestlige skråning av høiderne mellem dette dalføre og Dokkas. Til Rinda (Saksumdalen) har avløp, foruten sydskråningen av høidedraget mellem Gausdal og Saksumdalen, også en ikke ubetydelig del av det myrdækkede platå mellem Vismundelvens dalføre og Saksumdalen. Vismundelven er avløp for det øvrige av dette platå og det dermed sammenhængende på østskråningen av vandskillet mot Dokkadalføret samt for de store myrstrækninger syd for

Vismundelven. Endelig har partiet langs kartets sydrand med en smal kileformig forlængelse op til Kråkhugguet avløp til Stokkeelven, der gjennem Snertingdalen falder ut i Mjøsen ret overfor Ringsaker et par km. søndenfor kartet. Av andre, mindre betydelige elve, der rinder til Mjøsen, kan nævnes Aaretta lidt sydfor Lillehammer paa østsiden, samt Bjørnstadelven, Kalverudelven og Skulhuselven alle i Biri på vestsiden.

Dokkas nedslagsdistrikt. Dokkas vasdrag indtager som nævnt 1/4 av kartets område langs dets vestrand. Dokka danner avløpet for store fjeldstrækninger helt fra Langsuen og Espedalvandets sydende av. Inden kartbladet falder imidlertid kun litet av dette, nemlig en neppe 5 km. bred skråning langs elvens østside og desuden den nederste del av Synnas dalføre, der er avløp for de temmelig høitliggende fjeldstrækninger, Synfjeldet lidt vest for kartgrænsen, og endelig hele den nedre del av Kjøljas nedslagsdistrikt.

Indsjøer. Av indsjøer har man inden kartbladet den nordligste del av Mjøsen fra Ringsaker kirke av og til dens nordende, ialt en længde av ca. 27 km.; dens største bredde i denne nordre del er ut for Vismundelvens utløp, hvor den er ca. 2 1/2 km., ellers varierer den mellem 1 og 2 km. Søndenfor kartgrænsen er som bekjendt Mjøsens bredde betydelig større, men fra Ringsaker av er den betydelig indsnevret; som det av kartet ses, falder dette sammen med de hårdere og mere motstandsdyktige bergarter kvartssandstenens og sparagmitens optræden. Andre indsjøer av betydenhet er på østsiden av Mjøsen nordre og søndre Mesna, den første næsten 6 km. lang og ca. 1 km. bred, den anden 7 km. lang og ialmindelighet neppe mere end 3/4 km. bred; av denne sidste ligger dog den største del utenfor kartet. Endvidere må nævnes Nærensjø i Aasmarken. Ringsaker præstegjæld, ca. 8 1/2 km. lang og i den nordre del op til 2 km. bred. På vestsiden av Mjøsen findes ingen indsjøer av betydenhet, kun mindre fjeldvand, hvorav neppe noget overstiger et par kilometers længde, men av sådanne

og særlig av endnu mindre findes der en ikke ubetydelig mængde.

Bebyggelse og opdyrkning.

Bebyggelsen holder sig væsentlig til dalførerne, men som det av kartet ses, særlig i dalskråningerne. sjelden nede i den flate dalbund, hvor det av elverne avlakte sand er det forherskende jordsmon. For de mere eller mindre i vest-østlig retning gående dales vedkommende er det gjennemgående, at bebyggelsen går langt høiere tilfjelds på nordsiden, dalens solside, end på sydsiden, skyggesiden, baklien. Det vil således ses, at i Biri i Vismundelvens dalføre ligger der mange og tildels ikke ubetydelige gårde på nordsiden av dalen helt op til ca. 550 m., mens kun en 2—3 gårde og nogle pladse på sydsiden ligger høiere end ca. 300 m. I Torpen ligger den høieste fjeldgård, Skinnerlien, i en høide av 740 m., mens der i baklierne neppe findes en eneste gård, tiltrods for, at underlaget, fjeldgrunden, kan være likeså godt; på de i baklierne liggende silur- og kambriske flekker f. eks. i Vesttorpen ligger der kun nogle få pladse og underbruk og det neppe op til 600 m., medens størstedelen av gårdene på Vesttorpens yngre formationer forresten ligger mellem 500 og 600 m., ja endogså op til 722 m. Det samme er tilfældet i Snertingdalen, hvor det siluriske og kambriske område på dalens sydside syd for Lundsjøen er ganske ubebygget, mens det på nordsiden længre øst liggende gir grund for store gårde. hvoriblandt en av dalens største, Aalset. En anden omstændighet, som springer stærkt i øinene, særlig i Torpens så høit liggende fjeldbygd, er underlagets, fjeldgrundens betydning for bebyggelsen; mens der således ligger talrige og tildels ganske store og gode gårde på det kambriske og siluriske område, er der kun et forsvindende tal, som ikke har ialfald største delen av sine jorder inden dette, og likeledes ligger de høieste fjeldgårde og pladser samtlige med undtagelse av en enkelt grænd på de yngre formationer og selv denne grænd har måske også skiferunderlag. I baklierne er gjerne sådanne flekker benyttede til slåtter eller til sætre. Det samme ses også på Rings-

aker mellem Moelven og Lundehøgda, hele den sydlige del her op til Huleberg har få gårde og er forholdsvis dårlig dyrket, sammenlignet med den nordre: underlaget under den sidste er birikalkens bløte skifre og under den første sparagmitens hårdere bergarter.

Geologi.

Eruptiver. Inden kartbladets område findes *ingen eruptive bergarter*, selv ikke en diabasgang er hidtil iakttat.

Sedimentære bergarter. De her optrædende bergarter er alle sedimentære, hørende til de ældste dannelser efter grundfjeldet, til de kambriske og siluriske formationer, til hvad Kjerulf kaldte sparagmitformationens begge afdelinger samt de derover liggende fossilførende etager og vel også delvis hans glindsende skiferes etage.

Lagfølgen. Lagfølgen er, ovenfra og nedad:

- Undersilur
  - etage 4: Forskjellige skifre tildels med kalkknoller, deriblandt et nivå med graptoliter.
  - etage 3:
    - øverst et meget kjendelikt kalklag, ortokerkalken, grå lerskifer med kalkknoller
    - laveste graptolitskifer
    - kalklag, keratopygekalk
    - sort men gråstreget skifer med sort kalk
- Kambrium
  - etage 2 alunskifer med kalk i boller og lag
  - etage 1 d og c: alunskifer og sort gråstreket skifer med kalk i boller og lag
  - etage 1 b β: sort og grønlig grå samt etsteds rød lerskifer med Olenellus
  - etage 1 b α kvartssandstensformationen
  - etage 1 a:
    - yngre sparagmit
    - birikalk
    - ældre sparagmit.

Sparagmitformationen kan bekvemt deles i 3 avdelinger, nemlig den ældre og yngre sparagmit, adskilte ved en mæktig følge av kalkholdige bergarter, birikalken.

Den ældre sparagmit består av en mæktig følge av grå sparagmiter vekslende med grå og tildels næsten sorte lerskifre, samt i sin øvre del også av rød og grå lerskifer med rødlig eller lys gråviolet kalksten og avsluttes øverst med et mæktigt polygent konglomerat. *Den ældre sparagmit.*

Sparagmiten består av for det meste skarpkantede brudstykker av kvarts og feldspat. Den er almindeligvis temmelig finkornet med enkelte korn op til 2—5 m. m. i tværsnit; undertiden kan den også ha brudstykker, der er op til nævestore, f. eks. ovenfor Studshoved i Fåberg ved kartets nordgrænse, og går således over til konglomerat. Den er almindeligvis mørkegrå, lidt grønlig og undertiden men sjeldnere blålig. Den viser ofte tydelig lagning, ved mere finkornede og skifrige partier. Undertiden blir brudstykkerne så små, og skifrigheten så stærkt fremtrædende, at man må kalde bergarten skifer, gråvakkeskifer.

Den sammen med sparagmiten og vekslende i lag med denne optrædende lerskifer er dels grå, dels sort, men dog med grå strek; den fører undertiden glimmerskjæl, som særlig ses på lagflaterne; skifrighet og lagning viser sig ofte forskjellige. I den øvre del av denne mæktige følge optrær der i den østlige del av området (den er hittil kun fundet på østsiden av Mjøsen) en rød ofte temmelig grov lerskifer og, som så ofte sammen med røde skiferlag, også grønne og som lag i denne skifer dels rødlig dels lys gråviolet finkornet kalksten.

Øverst i den ældre sparagmit optrær et grovkornet konglomerat, hvis grundmasse er finkornet grå sparagmit, der undertiden kan være kalkholdig (Hindalssjøen). Brudstykkerne er meget talrige, indtar almindeligvis over halvparten av bergartens masse, de har den forskjellikste størrelse fra ganske små op til av størrelse som et menneskehode ja indtil meter-

lange; de består for det meste av lyse kvartsiter og grundfjeldsbergarter samt desuten av skifre, kalkstene, kalksandstene og sparagmiter, samt undertiden porfyrer (Bjørlykke har fundet brudstykker av diabas i konglomeratet S. for Havik). Det synes forøvrikt som kvartsbrudstykkerne i Ringsakertrakten er forholdsvis talrigere, end de er længre vest. Inden konglomeratet er der hyppig lag og uregelmæssig begrænsede partier av almindelig grå sparagmit uten større brudstykker. Over konglomeratet, mellem dette og birikalken, er der atter en mindre mæktighet av grå sparagmit.

Den ældre sparagmitformations mæktighet er vanskelig å bestemme på grund av de særdeles hyppige foldninger: Kjerulf har anslåt den i Gudbrandsdalen mellem Brunlaugbro og Moshus til å være 2800 fot, deri indbefattet birikalken, ved Losna til 2500 fot. Den øverste del av den fra og med konglomeratet og nedover anslår jeg i Biskopåsen til ca. 400 m., ved Herfjeldet er den antagelig over 600 m. Forøvrikt har mine reiser, der væsentlig har været i de sydlige og vestlige dele av området, sjelden git mig anledning til å se steder, hvor man kunde få mæktighetsbestemmelser.

Konglomeratets mæktighet er i Roppa lidt N. for kartet i vestre Gausdal mellem 50 og 100 m.[1]); i Biskopåsen er antagelig mæktigheten betydelig større; i Biri nær Storsletten er den synlige mæktighet neppe mere end 15 m., andetsteds i Biri dog betydelig større.

Den ældre sparagmit, der på kartet er betegnet med violet med korsvis gående røde overtrykte linier, indtar, som det ses, ca. halvparten av kartets område, nemlig hele den nordre, centrale og størstedelen av den østre del, begrænset av en fra lidt øst for Forsetsætrene i nordvest over

[1]) Kand. Bjørlykke anfører i „Fjeldbygningen inden rektangelkartet Gausdals område" ca. 170 m. Dette tal er altfor høit, når man bemærker, at efter Bjørlykke har konglomeratet svakt fald mod NNV omtrent (jeg har fra samme sted noteret nederst fald 10° mot N 30° V og øverst i konglomeratet 10° mot N 20° V) og at Roppas lø; efter kartet går omtrent mot N 10°—12° O. Beregner man herefter mæktigheten får man mellem 50 og 100 m.

Biri og Havik til Næren i sydost gående bue. Også på de nordenfor og østenfor tilstøtende kartblade Gausdal og Aamot indtar denne formation en meget stor plads. Inden dette område kan konglomeratet følges (det er på kartet særskilt betegnet ved overtrykte røde punkter) fra kartranden vest for Augedalen sydover, næsten uavbrutt til forbi Hindalsjøen, ses længre syd ved Goåsdammen i Vismundelven og kan endelig fra Stuve i Biri følges, avbrutte ved Mjøsen til Bækkepladserne; det dukker igjen op i odden på Nærens østside, hvorfra det av cand. real. Krohn er fulgt videre østover på kartbladet Aamot til gården nedre Aasen. Nord for dette drag av konglomerat kommer her på østsiden av Mjøsen et andet dermed parallelt drag av samme nivå, der først ses som en skål ved gården Kløvstad omtrent og indtar Biskopåsens søndre skråning til Skar; det ses igjen nordfor Byen, og er muligens det samme, som av Krohn er set flere steds inden kartbladet Aamot fra Dagfinåsen over Harby, Haukåssvea, lille Aursmo sr. ved østenden av søndre Mesna og i Blekahaugen endnu længere NO herfor[1]).

[1]) Dr. Törnebohm gir dette konglomerat plads over Birikalken, idet han opfatter det sydlikste konglomeratdrag fra S. f. Havik til Bækkepladserne som en fold, en dyp skål, mens det naturlige er, at det er den nedadgående arm av dobbeltfolden, hvis øvrige del ses i Biskopåsen; at dette drag tildels har steilt nordlikt fald og således tilsynelatende ligger over den søndenfor stående Birikalk, betyr i disse egne intet, da inversion her er overordentlig hyppig, og da der desuten i samme drag i veien mellem Lier og Ulven også vises sydlikt fald. Det vilde jo også være altfor besynderlikt, om Birikalken, der er fulgt i over 100 kilometer uten væsentlig å ændre karakter, her inden et område av kun nogle ganske få kilometer skulde optræde i to fuldstændig forskjellige modifikationer, og at begge disse modifikationer skulde kunne følges videre østover parallelt med hinanden; thi nordenfor og søndenfor dette konglomeratdrag står der ganske forskjellige bergarter, som hvis Dr. Törnebohm's opfatning var riktig, dog måtte være de samme, idet både sparagmiten med den røde og grønne skifer med lys kalksten nordenfor og Birikalkens sorte skifer og kalkstene søndenfor begge måtte ligge umiddelbart under konglomeratet og således være ækvivalente. Dr. Törnebohms opfatning fører også til at konglomeratet i Biskopåsen og i Lundehøgda måtte være samme nivå, hvilket også er umulikt, (se nedenfor).

Den lidt under konglomeratet optrædende røde og grønne skifer med kalksten er fulgt fra N. f. Trætsvea under Biskopåsen over Byen og odden på vestsiden av Næren samt holmerne og stikker også frem i odden på østsiden av Næren N. f. konglomeratet her. Om den kalksten, der ledsager skifrene her, er den samme som den, der av Bjørlykke er beskrevet fra Reistad i Østre Gausdal, er ikke brakt på det rene.

Birikalken.

Den over den ældre sparagmitformation optrædende mægtige kalkformation har allerede professor dr. Kjerulf benævnt Birikalken efter det sted, hvor den først er iakttat, og hvor den optrær dækkende det største flaterum. I det følgende benyttes dette navn for den hele kalkformation, der danner skillet mellem den ældre og den yngre sparagmit.

Denne kalkformation danner en på sine steder optil sandsynligvis over 100 m. mægtig følge av kalkholdige bergarter. Den har, ialfald undertiden, ingen skarp grænse mot det underliggende: i Roppa er der således mellem det underliggende konglomerat og Birikalken en betydelig (20—30 m.) mægtighet av skifrig sparagmit vekslende med lag av kalksten, også i bækkeleierne O. f. Haugen øverst i Vismundelvens dalføre ses disse lag; på andre steder ses disse overgangslag ikke, da grænserne som oftest er dækkede.

Bergarterne er en som oftest mørkgrå til sort kalksten, der ofte er utpræket skifrig ved vekslende lag av mere og mindre ren kalksten med sort skifer, ikke sjelden er den utviklet som stinkkalk og optrær også som boller eller ellipsoider i skiferen. Under mikroskopet viser en skifrig kalksten fra Ringsaker en utpræket linse- og skiferstruktur med avvekslende striper av renere kalkspat, der som oftest er stænglig lodret på skifrigheten, og en mere opak, småkornig kalkspat; den er tydeligvis stærkt presset med et sort støv, der kan ses ialfald undertiden å være svovlkis; en del korn av kvarts og feldspat ses som i tynde sønderbrutte rester av sparagmitskikt. Hvor kalkstenen optrær i tykkere lag, der kan nå en mægtighet av flere meter, viser den hyppig små

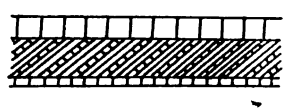
brudstykker av ældre bergarter, særlig kvarts- og feldspatkorn, der på forvitret flate står frem som skarpkantede korn, og går således over til kalksandsten eller kalksparagmit. Også skiferbrudstykker ses i den, samt skiferlameller. Endelig findes der også konglomerater med kalksandsten som grundmasse og med større og mindre brudstykker, særlig av renere kalksten, men også av andre bergarter; også dette konglomerat optrær i mæktige bænke. Særlig sammen med den sorte kalksten optrær også ofte en alunskiferlignende lerskifer.

Det synes som Birikalken ikke overalt er utviklet på samme måte; men da den ialmindelighet er temmelig overdækket og ofte opdyrket, er det ikke godt å si noget bestemt. Kalksten og kalkskifer synes ikke å mangle noget sted. Nedenfor, hvor dens utbredelse omtales, nævnes også for en væsentlig del, hvilke særskilte bergarter, der optrær på hvert sted.

Birikalkens mæktighet er betydelig. I Roppa anslog Bjørlykke og jeg den til å være ca. 140 m. I Biri og på Ringsaker synes den å kunne være meget mæktigere, men da den her i smått og stort er overordentlig foldet, kan ingen sikre slutninger trækkes herfra. De fleste andre steder, hvor den optrær, er den som før nævnt, meget overdækket, og nogen mæktighetsbestemmelser av den kan derfor ikke tas.

Birikalken kan følges med flere avbrytelser fra omkring Herfjeld i vestre Gausdal til Biri og Ringsaker. Nordenfor kartgrænsen, i Roppa, optrær birikalken, således som den foran er skildret, med alle de forskjellige der nævnte bergarter. Omkring Herfjeld og Værskei i kartets nordvestre hjørne ligger den i bølgende lag, og viser sig på flere steder dukkende op i små knauser, der hæver sig op over det for det meste flate og myrlændte fjeldplatå; den synlige del av den er her på de fleste steder kalksandsten, der f. ex. på Værskei og på Nysæteren har en råtten flere centimeter tyk forvitringshud, bestående av skarpkantede kvartskorn og feldspatkorn op til valnøtstore i en brunlig grundmasse; øst for Forsetsæteren ved Svendsrudliens kalkbrænderi optrær en meget tættere

og renere kalksten, noget skifrig med indesluttede skiferlameller; kalkskifer er sjelden å se heromkring, vel væsentlig fordi den for det meste er dypere borteroderet og overdækket. Den her optrædende, utenpå råtne kalksandsten synes å være det øverste av kalkformationen, idet der umiddelbart over den kommer grønlig skifer, med store brudstykker især av granit. Sydover på østsiden av Skjelbreifjeldene er der også væsentlig kalksandsten, men med enkelte lag av tættere kalk som Svensrudliens; heller ikke omkring Skjelbrei sr. og sydover helt til Slåtbakken ses synderlig andet end kalksandsten, kun ganske undtagelsvis ses også kalkskifer — forøvrikt vil jeg bemærke, at det jo også godt kan hænde, at jeg kun har noteret den mere iøinefaldende kalksandsten, og hvor kalkskiferen ikke optrådte med større mæktighet, har undladt å bemærke noget om den. Ved Vismundelvens øvre løp fra Goåsdammen og til Vismund sr. ses både sort kalkskifer, kalksandsten og lys kalksten og desuten et 1.5 mæktikt lag av kalkkonglomerat; kalkskiferen består her av vekslende lag av kalksten med mindre kalkholdige skiferlag imellem, og disse vekslende lag står skrått stillet mot lagflaterne, der angis ved tykkere kalklag: formentlig mærker efter strandlagning. Ved Djupbækken N. f. Kråkhugguet optrær som det underste i en ca. O-V gående fold også sort kalkskifer med enkelte drag av kalksandsten, samt nede nær dens utløp i Vismundelven lysgrå kalksten i lag med tynde skiferlag imellem. Ved Lund sr. er der ifølge kand. Krohn's dagbøker „snoet og vreden" mørk styg kalk med grå skifer, kalken gjennemsat av en mængde hvite kalkspatårer, som Birikalken så ofte ellers også er. Ved Li sr. likeved er der ifølge dr. Tørnebohm „grof, splintrig skiffer, dels grongrå, dels brunaktig med underordnede kalkstensskikt". Hverken ved Lund sr. eller Li sr. har jeg selv set kalken. Mellem kjernene store og mitre Svarken ved Hasli sr. står en mæktig ryg av lys, noget splintrig kalksten med steilt nordlikt fal-



temmelig lig Svensrudliens, med partier av kalksandsten og kalkkonglomerat. Langs hele den nedre del av Vismunddalen står birikalken, for det meste kun repræsenteret ved den sorte skifer, på enkelte steder, således overfor Svarkbækkens utløp ved kalksandsten og i bækkene O. f. Haugen også ved kalkholdig sparagmit, den siste sandsynligvis på grænsen mot den underliggende sparagmit og konglomeratet. På østsiden av Mjøsen er birikalken også væsentlig repræsenteret ved sort kalkskifer, samt ved deri indleiede lag og boller av sort krystallinsk kalksten.

Den yngre sparagmit.

Over birikalken møter atter en følge av sparagmiter, der på enkelte steder har en ikke liten mæktighet, men på andre en forholdsvis ubetydelig. Å skille disse sparagmiter, hvoriblandt også decideret grå sparagmit av ganske samme karakter, som de ældre sparagmiter, ut fra disse siste og slå dem sammen med de overliggende kvartsandstene til en „kvartsitformation" som Bjørlykke i sin beskrivelse til Gausdal har gjort, er neppe rimelikt, dertil står de den ældre sparagmit i alle dele for nær, mens de derimot er meget ulike de over dem liggende kvartssandstene, som skiller sig ut ved den ytterst sparsomme optræden af feldspatkorn i samme.

Derimot bør de utskilles som en egen avdeling av sparagmitformationen, adskilt fra den ældste sparagmitavdeling ved birikalken, der geologisk talt danner en ganske naturlig grænse, idet denne formations bergarter antyder en fra både det over- og det underliggendes forskjellige dannelsesmåte.

Underst av bergarterne i denne avdeling er i Mjøstrakterne o: i Biri og på Ringsaker, på begge sider av Mjøsen en temmelig skifrig grå sparagmit eller gråvakkeskifer. Den viser sig under mikroskopet å bestå av skarpe splinter av overveiende kvarts, men også med nokså rikelig mikroklin samt oligoklas; mellemmassen, der er tydelig skifrig, består av en blanding av sericit og klorit, med enkelte større kaliglimmerskjæl samt av biotit, desuten viser den et sort ertsmineral, som fint støv; enkelte korn av zirkon viser sig i den. Over

denne kommer f. eks. i de store jernbaneskjæringer N. f. gården Rise under Lundehøgda en mæktig følge av sparagmiter, der tildels er graa som den ældre sparagmit, temmelig finkornige og med forholdsvis litet feldspat, der væsentlig er mikroklin samt noget oligoklas, mellemmassen er nokså rikelig sericit, enkelte ganske utpressede kalkspatkorn ses også. Tildels har disse sparagmiter grå grundmasse med teglstensrøde feldspatkorn, dels har de en mere rødlig grundmasse. En prøve av sådan sparagmit med grå grundmasse og nokså store teglstensrøde feldspatbrudstykker fra en av de store skjæringer N. f. Rise viser sig under mikroskopet å ha brudstykker av kvarts både av pegmatitisk og, men mindre hyppig, av kvatsiter samt av rikelig mikroklin, mikroperthit og delvis oligoklas; mellemmassen består av chlorit, der delvis er omvandlet biotit, samt sericit, hvorhos den indeholder kaliglimmerskjæl og spor av kvarts og feldspat, men derimot ikke kalkspat; derhos viser der sig magnetitstøv og jernoxydhydrat. Sparagmiten er ofte temmelig grovkornet og fører på sine steder mindre mæktige lag av konglomerat med optil hønseægstore sparsomme kvartsknoller; dette konglomerat kan vanskelig forveksles med det under Birikalken overalt optrædende ældre likesom dets geologiske optræden utelukker, at det kan være ækvivalent med samme. Nord for Moelvens station er lag av grovkornet sparagmit bestående av hvit kvarts, teglstensrød feldspat og med grønlig sericit som bindemiddel.

Syd for Moelven, i den store skjæring der, optrær en eiendommelig grovkornet, lys grå næsten hvit sparagmit; den er i sit ytre ikke ulik en hvit granit og er anvendt som bygningssten i broen over Moelven. Under mikroskopet viser en prøve av den sig å bestå av overveiende kvartskorn med mikroklin og enkelte mindre plagioklaskorn med bindemiddel av rikelig kalkspat samt kvarts og sericithinder. Denne hvite sparagmits stilling i forhold til de nordfor Moelven optrædende lag kunde ved mit besøk på stedet (før jernbaneskjæringerne var fuldt færdige) ikke utredes; over på Birisiden, hvor den står ved landeveien ved en husmandsplads ovenfor Galtestad.

synes den å danne lag blandt de øvrige sparagmiter og temmelig høit oppe blandt disse.

Endelig kommer øverst blandt de yngre sparagmiter her, i den sydlige del av den store skjæring, der går helt fra Moelven og syd til Ekredalen, lag av grå kalkholdig sparagmit, der under mikroskopet viser sig å bestå av brudstykker av overveiende avrundede kvartskorn og rikelig mikroklin samt lidt kvartsit, ortoklas og sericit med rikelig kalkspat i mellemmassen; også konglomerat forekommer her med sparagmitisk grundmasse, der er temmelig fin- og jævnkornet, og med tildels meget store brudstykker av kvarts, granit, lys gråviolet kalksten osv.

Mæktigheten av denne formation kan på Ringsaker neppe anslås til å være under 300 m., kanske snarere noget høiere; i Lundehøgda N. f. Amligårdene har man helt op til tops yngre sparagmit, ved Amli har antagelig de dyrkede jorder birikalk som underlag, faldet er her i sparagmiten nederst ca. 30° mot N. omtrent, på det høieste steilt nordlikt, mæktigheten må her være mellem ca. 320 og 360 m.; andre steder har jeg ikke holdepunkter til å bedømme den.

Hele denne store mæktighet reduceres imidlertid vest- og nordover til kun en ubetydelighet. Når jeg bortser fra, at omtrent hele denne del av sparagmitformationen ved en forkastning mangler over Birikalken ved Skulhus ved Mjøsen — Birikalken kommer her ned til Mjøsen ret nedfor Skulhus, men allerede i odden søndenfor optrær kvartssandsten — kan den yngre sparagmit, således som den er utviklet på Ringsaker, ikke følges længre vestover end omtrent til linien Klomsten—Udal. Længre vestover blir det vistnok meget overdækket, men mellemrummet mellem birikalk og kvartssandstensetagen er overfaret på så mange steder herfra og helt op til Herfjeldet og Værskei, at den vel havde måttet findes, hvis den her var utviklet på samme måte som ved Mjøsen.

Her i den nordvestlige del av området optrær derimot nærmest Birikalken, f. eks. i det nordligste av Skjelbreifjeldene, ved Ny sr. og i Haukåen samt ved kartgrænsen et par

kilometer V. f. Forsetsætrene, et mørkgrået konglomerat med skifrikt bindemiddel og med dels skarpkantede, dels avrundede brudstykker av granit, kvartsit, kvarts og feldspat. Dette konglomerat, der kun er nogle få meter mæktikt overleies av grønlig skifer, hvorover kommer en grå sparagmit, mer eller mindre rik på feldspat (Bjørlykkes „talkkvartsit" eller „sparagmitsandsten"). En prøve av denne sparagmit fra Ny sr. ved Herfjeldet, hvor den står på S- og V-siden av kjernene, viser rikelig feldspat, plagioklas, ortoklas og mikroklin samt kvarts, med fin tæt sericit som bindemiddel, med kaliglimmer som særskilte skjæl og med spor av jernoxydhydrat i bindemidlet; den er meget mere presset end de kun svakt pressede sparagmiter fra Ringsaker, med linsestruktur og detritus. brudstykkerne ligger dog in situ. Mellem Gausdal og Biri er de eneste bergarter, jeg har set, der kan henføres til denne formation, en grå noget grønlig sparagmit, temmelig grovkornet og sericitrik.

Denne formation er, som det fremgår av det foregående, utbredt over hele strækningen fra Herfjeldet til Biri som en stripe langs og over o: V. og S. f. Birikalken.

Av foranstående beskrivelser av Birikalken og den yngre sparagmitformation ses således, at birikalken inden kartbladet når sin største utvikling i den nordvestlige del, mens den yngre sparagmitformation her er litet utviklet. Derimot er denne siste inden området stærkest utviklet i den sydostlige del, hvor derimot birikalkens i Gausdalstrakterne optrædende øvre led, kalksandsten og det kalkholdige konglomerat synes å mangle. I Ringsaker og tildels på Biri optrær nu imidlertid blandt den yngre sparagmits bergarter også meget kalkholdige sparagmiter. Det er derfor overveiende sandsynlighet for, at disse siste er ækvivalenter for kalksandstenene eller de kalkholdige sparagmiter i Gausdalstrakten og således også det i skjæringerne på jernbanelinien syd for Moelven station med flere steder sete konglomerat med det over Birikalken flere steder f. eks. ved Ny sr. S. f. Herfjeldet iakttatte skifrige konglomerat, begge disse polygene konglomerater utmærker sig ved få og

tildels meget store brudstykker i en fin- og jævnkornet grundmasse, der i Gausdalstrakten riktignok næsten er skifer, men det kan være foranlediget ved den dersteds meget stærkere mærkbare trykmetamorfose.

Etage 1 b α. Kvartssandstensformationen.

Den nærmest under de fossilførende lag optrædende formation, der på sine steder, men ikke inden kartbladet Lillehammers område, ligger mellem disse og Grundfjeldet, må også i disse trakter utsondres som en særskilt avdeling, der hviler umiddelbart på den yngre sparagmit.

Som dens ældste led optrær en ikke meget skifrig, som oftest styg og opsprukken, grøn til grønlig grå, kornet, tildels meget glimmerrik lerskifer, der ialmindelighet ikke har stor mæktighet. Over denne kommer en mæktig følge av kvartssandstene tildels omtrent ganske fri for feldspat, tildels lidt feldspatførende, grå smudsig gule, gulgrønne, røde, hvite og i sin øverste del blå til næsten sorte, ialmindelighet finkornige og med tydelig synlige kvartskorn. I den nordvestlige del av området går de på grund av den der stærkere trykmetamorfose over til kvartsitisk sandsten, hvor kornene er delvis stærkt oppressede. Som en særskilt varietet kan nævnes lag i lys blåkvarts av kvartssandsten med hampefrøstore hvite kvartskorn i næsten sort kvartsgrundmasse. Øverst i denne lagfølge er kvartssandstenen ofte meget tyndpladet; der optrær her også ofte nogle få tynde lag av grønlig grå lerskifer, der imidlertid spiller en meget underordnet rolle.

I Ringsaker og Biri optrær nederst i denne formation en grålig-gul kvartssandsten, der særlig er kjendelig ved sine smukt avrundede små kvartskorn, som ved sønderslagning av stenen blir sittende som runde matte korn, idet de forholdsvis let løsner av fra bindemidlet. Under mikroskopet viser den typisk sandstensstruktur med runde slidte korn især av kvarts (særlig pegmatikkvarts, men også fingrynet kvartsit) dog også noget feldspat, der væsentlig er mikroklin og lidt oligoklas; bindemidlet smudsig, lys grønlig sericit og tildels kalkspat, der er meget ujævnt fordelt, likesom liggende på avbrudte linier,

der tydeligvis er fyldte sprækker; parallelt med disse kalkspatfyldte sprækker findes detritusstriper, hvori også kalkspat; enkeltvis ses også zirkon i den. Hvorvidt der under denne sandsten også findes den samme skifer som ovenfor er nævnt som det laveste av denne formation, kan ikke avgjøres, da der er for overdækket.

Grænsen mot den yngre sparagmitformation må trækkes således som her anført, da de over denne optrædende sandstene ialmindelighet neppe kan karakteriseres som sparagmiter, dertil holder de altfor litet feldspat, ja er ofte endog ganske feldspatfri. Således begrænset vil også kvartssandstensformationen falde sammen med Valdres's blåkvartsetage [1]), der heller ikke overalt er bare blåkvarts, men også omfatter lag av anderledes farvede kvartssandstene, grålige, lyse, gulaktige osv. og som nedentil, ialfald langs chausseen fra Tonsåsen til Frydenlund og likeledes nede i Etnedalen avsluttes med en skifer, der synes å hvile like på grundfjeldet eller, da grænsen overalt, hvor jeg har set den, har været dækket, ialfald ikke langt over denne.

Der er også overveiende sandsynlighet for, at kvartssandstensformatienen, således som av mig begrænset, er avvikende leiet over sparagmitformationen. Dette antokes, som bekjendt allerede av Kjerulf, der særlig støttede dette på profilet fra Kletten i Aamot i Østerdalen. Kjerulfs opfatning av Klettens profil bestrides imidlertid av andre, f. eks. Schjøtz og Tørnebohm. Men inden kartbladet Lillehammers område synes flere omstændigheder å tale for at Kjerulfs opfatning er den rette. Saaledes ligger i Skjelbreifjeldene fra Prestkjerringa og nordover kvartssandstensformationen med grønlig styg skifer under med i det hele tat vestlige fald som en mur langs det høieste av fjeldet og synes ikke å delta i sparagmitformationens vældige folder; det underliggende er imidlertid stærkt dækket her, så min opfatning av forholdet ikke er

[1]) Denne blåkvartsetage må ikke forveksles med Viddas blåkvarts, der synes å være et silurisk nivå, mens Valdres's ialfald delvis er kambrisk.

absolut sikker. Noget lignende synes forholdet å være vest for Vismundsr. og op til Fjeldlovandet og Krokkjernene: kalkskiferne langs Vismundelven V. f. Tværåen står hele tiden med steilt fald mot SSV omtrent, indtil de efter et overdækket stykke ret overfor Tværåens munding har fald 25° mot VNV, altså strøket lodret mot strøket længre oppe i elven; mens således Birikalken her ligger i store folder, synes neppe den på platået omkring Fjeldlovandet og Krokkjernene liggende kvartssandsten å delta i disse foldninger; jeg vil imidlertid tilføie, at også her er der meget overdækket, så forholdene er vanskelige å utrede. Er forholdet imidlertid således som det efter det foregaaende synes å være grund til å anta, vil dette være et avgjørende bevis for, både at kvartssandstenene må skilles ut fra sparagmitformationen som en egen formation, og at dennes grænse nedad må være som av mig i det foregående trukket.

Hvorvidt den i Ringsaker og Biri optrædende kvartssandsten med avrundede kvartskorn skal medregnes til denne formation eller til det underliggende, står for mig som noget mere tvilsomt; men jeg har valgt å regne den med til kvartssandstensformationen, da den ved den store omtrent øst—vestgående forkastning langs Skulhuselven i Biri, står på sydsiden av forkastningen sammen med de øvrige kvartssandstene, og derfra kan ses vestover ialfald til Langset; på nordsiden av forkastningen står nede ved Mjøsen Birikalk, mens der længre vestover mellem denne og forkastningen står lag av den samme sparagmit med teglstensrød feldspat, som N. f. Ring station og Moelvens station står over Birikalken.

Kvartssandstensformationen er utbredt over hele kartets vestlige og sydlige del fra sparagmitgrænsen av og danner underlaget for alle de kambriske og siluriske flekker, som findes i Torpen og Snertingdalen. Den viser sig ogsaa i landskapet meget utpræket, idet den for en stor del hæver sig som en høideryg, der mot vest og syd begrænser de vide fjeldplatåer i områdets centrale del; denne høideryg danner næsten hele veien vandskillet mellem Stokkeelvens og Dokkas

nedslagsdistrikter på den ene side og Vismundelvens og Gausas på den anden.

Etage 1 b β samt 2. De over kvartssandstensformationen liggende kambriske skifres forskjellige avdelinger lar det sig neppe gjøre særskilt å få avsat på kartet uten meget stort arbeide og uten karter i større målestok end rektangelkarterne som topografisk grundlag.

Man kunde vistnok avsætte Olenellusavdelingen for sig. da dens bergarter er let kjendelige også uten fossiler, men alunskifrenes forskjellige avdelinger, der let lar sig holde ute fra hinanden, når man finder fossilerne, kan neppe i disse trakter og end mindre længre vestover, hvor fossiler er en sjeldenhet, utskilles på kartet. Hertil kommer endvidere, at netop, hvor alunskiferen er fjeldgrunden, træffes trakternes mest opdyrkede partier, hvor man bare av og til kan slumpe til å finde selve undergrunden. Jeg har derfor valgt å betegne alle de fossilførende lag, der tilhører den kambriske formation med en eneste farve, istedetfor som på tidligere rektangelkarter å la Olenellusavdelingen indgå som led i kvartssandstensformationen og gi avdelingerne 1 c og d en farve og etage 2 en anden.

Etage 1 b β. Umiddelbart over kvartssandstenen kommer på de allerfleste steder en grøn til grønlig grå, ofte litet kløvbar lerskifer, der i sin underste del allerede på Ringsaker er noget glinsende, fyllitisk, som den blir helt igjennem, når man kommer længre nord. På et enkelt sted, i elven Finna i Snertingdalen, kommer der underst over blåkvartsen en rød-violet. derover en grøn rødflekket og derover en mørkegrøn, næsten sort lerskifer. I denne skifer, der i sin øvre del fører et lag av uren rustfarvet forvitrende kalksten, findes de første dyrelevninger: et par trilobiter, Olenellus Kjerulfi Linrs. og en Arionellus, en liten brachiopode, samt en pteropode Hyolithes eller Torellella. Inden kartbladets område er fossiler fundne på flere steder foruten det længst bekjendte findested ved Tømten på Ringsaker. Således ved Evjeviken ved Mjøsen nord for Sten på Ringsaker, hvor der i to i den grønne inverterte skifer optrædende kalklag fandtes en uendelighet av

fossilbrudstykker, særlig i det ældste; enkelte av disse brudstykker kunde tydes som Olenellus og Arionellus; i Finna i Snertingdalen er Olenellus Kjerulfi Linrs. funden i den mørkegrønne skifer, et godt bestembart eksemplar, desuten i kalklag i samme skifer utallige fossilbrudstykker, hvorav enkelte kunde tydes som Arionellus, samt i en sort grov tildels tykplatet, sandstensaktig skifer over Olenellus en liten brachiopode. Ved veien mellem Ambjør og Rydningen ved kartets sydrand er i grøn skifer, der fører en mængde eiendommelige svovlkisnåler funden formentlig den samme brachiopode. Endvidere er i grøn skifer liggende inverteret under blåkvarts nordfor Frøisland i Torpen fundet Torellella, der også er fundet i grøn skifer i Bordbækken S. for Finni i Østtorpen samt ved Mandstad sr. ved Dokka, ved Kvanlien sr. og på toppen av Skjervungsfjeldet i kartets nordvestre hjørne; på de sidstnævnte steder er skiferen fyllitisk. Foruten de allerede nævnte steder er i denne grønne skifer fundet kalklag, fragmentkalk, ved Skartlien, like ved stien op for de nordlikste gaarde. Nede i Dokkasvælget S. f. Saltstut sr., lidt V. f. Torvbækkens utløp i samme, er der også i grønlig grå skifer, der, såvidt det kunde ses i den ytterst vanskelig tilgjængelige kløft, ligger over de ved Torvbækkens munding stående kvartssandstene, fundet et ca. 20 cm. mæktikt lag av kalksten, der her imidlertid har en noget anden karakter, sandblandet. Endelig er der i den øverst op mot kvartssandstenen i Storbækken O. f. Dokfløivatn liggende grå, her neppe grønlige lerskifer, fundet et henved 0.5 m. mæktikt lag av tæt presset kalksten med en utallig mængde ubestembare fossillevninger. At gi nogen detaljeret opregning av, hvor Olenellusskiferen forekommer forøvrikt, anser jeg for unødvendikt, den findes så godt som undtagelsesfrit overalt umiddelbart over kvartssandstenene i randen av de kambriske og siluriske flekker, der ligger fladt ovenpå eller indpresset nede i kvartssandstenen.

Over Olenellusskiferen, der ialfald på et enkelt sted selv i sin øvre del er næsten sort, kommer en mæktig række av *Etage 1 c og d samt 2.*

sorte skifre med kalksten i lag og som boller; skifrene er for det meste sortstrekede, alunskifre. De forskjellige avdelinger inden disse etager er næsten alle fremfundne, men neppe nogetsteds i sammenhængende profil, og som oftest med en mængde folder og forkastninger, hvorved større dele av lagfølgen er forsvunden.

Jeg skal her gi en kort opregning efter lokaliteterne av de forskjellige fundne nivåer, idet jeg fra Ringsaker går vestover Snertingdalen og op gjennem Torpen:

På Ringsaker er i Evjevikens søndre del inverteret under Olenellusavdelingen alunskifer, sterkt sammenpresset; her er påvist etage 2 c med tynde kalklag med Eurycare latum Boeck. Alunskiferen stryker herfra over til viken ret V. f. gården Sten, hvor også i invertion under Olenellusavdelingen er alunskifre, foldede og sammenpressede; de her påviste nivåer er 1 c α med Paradoxides Ölandicus, samt på sydsiden av viken 2 a. Like syd for kartranden nede ved stranden under ortokerkalk og under en til ca. 1 m. sammenpresset fyllograptusskifer (hele 3 a og det øverste av 2 er bortpresset) er påvist 2 a, kalkboller med Agnostus reticulatus Ang., Agnostus pisiformis v. socialis Tullb. og Olenus truncatus Brünn (?); derunder en mere gråstreket skifer med kalkboller med Paradoxides Forchhammeri Ang., og derunder i sortstreket skifer kalkboller med Paradoxides Tessini Brogn., Hyolithes, Liostracus Linnarsoni Brg., Selenopleura, Agnostus parvifrons v. mammillata Brg. og Agnostus truncatus Brg. (?) og herunder atter en noget lysere skifer med lag av lys kalk med gulbrun forvitringshud og sortskallede ubestembare Paradoxideslevninger — altså lag av etagerne 2 a, 1 d og 1 c β og sandsynligvis 1 c α, der tidligere av Brøgger er fremfundet ved stranden længre syd nedenfor pladsen Båshus under Vinje. Nederst iblandt lagene findes lag av kalkkonglomerat, vistnok kun i løse stene, men dog sandsynligvis fra stedet.

I Rudsbækken Ø. for Aalset i Snertingdalen har man blottede lag av alunskiferavdelingerne 1 c β med Paradoxides Tessini Brogn. eller Davidis, Liostracus Linnarsoni Brg. m. fl. og

muligens lag av 1 c α under disse, desuten høiere nivåaer, 2 c og d med Eurycare og Peltura scarabæoides Wahlb., alt temmelig foldet og med foldningsforkastninger.

Ved Granum, en liten fjeldgrænd mellem Snertingdalen og Vismundelvens dalføre, er der formentlig alunskifer under slåtterne ved Aalset sr., hvor der før skal være brændt „lim", sandsynligvis som saa mange steder ellers av kalkboller fra alunskiferen.

Ved Finnas utløp i Storelven, som Snertingdalens hovedelv heroppe kaldes, står alunskifer med kalkboller, hvori Peltura scarabæoides Wahlb., altsaa 2 d.

Ved Svarkbækkens utløp i Finna har man også Pelturanivået, alunskifer med kalkboller, men de øvrige kambriske lag såvel mellem dette og det søndenfor fremfundne Olenellusnivå som vestover til man længre oppe ved Finna støter på etage 4 er dækkede; derimot kommer atter lag av etage 2 med Sfæroftalmus høiere oppe ved Finna og endnu noget høiere oppe lag av 1 c; men forbindelsen mellem de forskjellige nivåer er overdækket.

Ved landeveien mellem Rustaden og Lunden har man sammenhængende profil helt fra 2 d til ortokerkalken; de kambriske lag, som her er fremfundne er 2 d (ca. 4 m.s mæktighet) med meget dårlig opbevarte fossiler, Olenider i større kalkboller, samt 2 e (0.5 m. mæktig) med Dictyonema sp.

Ved selve Lunden er der, efter en bemærkning av professor Kjerulf i Nyt Mag., uten at jeg nærmere kjender stedet, fundet fossiler i skifer med gråsort strek tilhørende etage 1 c med en Paradoxides, tilhørende rugulosusgruppen og en Obolella.

Ved Ambjørelven nær dens utløp i Lundsvatn alunskifer med kalkboller med Agnostus sp. Længre oppe i samme elv, hvor sti fra Guldset passerer samme, står underst gråstreket sort skifer, derover alunskifer med store kalkboller med Agnostus fallax Linrs. (etage 1 c β) og derover grønlig grå lerskifer, alt inverteret; øverst i alunskiferen er der her et lag av kalkkonglomerat.

Langs landeveien videre vestover mot Torpen har man alunskifer under Ekren, men uten at nivået kan bestemmes, og midtveis mellem Ekren og Hasli, det sidste sted med Peltura scarabæoides Wahlb. i kalkboller; det samme nivå viser sig videre vestover langs landeveien, saaledes noget før Ringsrudbækken og på tunet på Ringsrud, ved meieriet og ved veien bort til Hogner ved Sør-Kinn samt flere andre steder; det samme nivå eller et lavere har man også under Brateng samt på Hogner, derimot er der mellem Hogner og Væler lag av 1 c eller 1 d med dårlig opbevarte Agnostider. Omkring Finni har alunskiferen stor utbredelse, på tunet på den søndre gård med lag av 1 c med Agnostus; alunskiferen ligger her over grønlig-grå lerskifer (Olenellusnivået), der både står S. og N. for Finni omkring landeveien; også over den grønne skifer N. f. Finni står der alunskifer ved landeveien, men her uten fossiler.

Alunskifer, men uten at fossiler er fremfundne, står fremdeles på Vesttorpen i et grustak nedenfor Sjåheim samt i Lundeelven ovenfor landeveien. Alunskifer med Paradoxidesbrudstykker samt med Olenider er fundet ved Erstad, altså sandsynligvis 1 c og 2 d, samt desuten alunskifer uten fossiler ved Hommelstad. I baklien i Stokbækken har man nederst gråstreket sort skifer og ovenfor i bækken alunskifer med Agnostus sp.; ca. 120 m. høiere oppe i bækken, der i mellemrummet har gåt gjennem ortokerkalk og lag av etage 4 a α træffes atter alunskifer med Agnostus sp., hvorefter også Paradoxides Tessininivået viser sig, og endnu høiere oppe 2 c med Eurycare latum Boeck; efterat så bækken har passeret lag av etage 4 a α igjen, kommer man atter til alunskifer, uten at fossiler er påvist, og endelig øverst blåkvarts i Sauhovden. Endelig har man omkring Aasøigarden sandsynligvis også alunskifer, tilhørende etage 1 c og 2, da der ved en gammel kalkovn der fandtes halv forbrændt kalksten, der tilhørte disse nivåer, og som var funden i jorderne rundtomkring.

På Nordtorpen er alunskifer med kalkboller med Orthis lenticularis Wahlb. og Parabolina spinulosa Wahlb. altså etage

2 b, fundet i veien under Frøisland, samt endvidere, men uten fossiler, ovenfor Frøisland og nedenfor Valhovd. Endvidere skulde der efter opgivende omkring Strøm ved Synna være brændt „lim" formentlig av kalkboller fra etage 1 og 2. Langt oppe ved Synna, lidt nedenfor Strangas utløp i samme, er der også men i løs sten (sort kalksten), som dog formentlig var fra stedet, fundet forresten ubestemmelige fossiler, men dog tilstrækkelig til, at det kan ses å være etage 1 eller 2. Ved Aas sr. på østsiden av Synna står der også alunskifer. Ved Skartlien er der høit oppe i Djupbækken fundet alunskifer med ubestemmelige fossiler, samt derhos i jorderne like under gården kalkboller med forskjellige Agnostus- og Paradoxidesbrudstykker, altså etage 1 øverste del. Endelig har jeg ved Blæstern sr. O. f. Dokfløidammen fundet fossiler i sort kalksten i alunskifer, hvorhos der stod alunskifer i Nordlibækken, nederst i Storbækken, ved den nordlige del av Dokfløivandet, ved broen over Dokka ved Mandstad sr. og endelig noget høiere oppe ved elven. Alle disse sidste steder er imidlertid bergarterne allerede så forandrede, at kalkbollerne, som der ikke findes få av, neppe viser spor av fossiler; ved Dokkabroen ved Mandstad sr. fandtes dog tegninger i kalkstenen, der med god villie kunde tas for tværsnit av en Orthis.

Det fremgår av foranstående opregning, som jeg har anset for hensiktsmæssig, da jo kartet ingen besked gir, om hvor de forskjellige nivåer er fundne, at alle nivåer inden vore kambriske etager er repræsenteret et eller flere steder inden området, og jeg anser det for sandsynlikt, at en nøiere undersøkelse vilde forflere findestederne betydelig. I almindelighet kan det imidlertid sies, at jo længre nordover og tildels vestover man kommer, jo dårligere er fossilernes opbevaring, særlig på grund av den stærke trykmetamorfose, bergarterne har været utsat for, hvorunder her som ellers i almindelighet fossilerne er fortrukne og tildels ganske utslettede. Opover Snertingdalen, på Østtorpen og ved Stokbækken på Vesttorpen er fossilerne endnu ganske godt opbevarte, men i Nordtorpen og endnu mere i Skartligrænden er de dårlige og

ved Blæstern sr. næsten ugjenkjendelige. Også vestover, hvor jeg har fundet kambriske fossiler i Tværelven nær Huggelien, på Tonsåsen (først påvist av professor dr. Brøgger) og ved Aafetelven i Etnedalen samt flere steder ved Steinsetfjorden (kartets Dalsfjord) er opbevaringen ytterst dårlig. Skiferen bevarer imidlertid sin alunskiferkarakter i det væsentlige om den end nord- og vestover blir adskillig hårdere.

Det bør mærkes, at der ikke inden området i den kambriske avdeling nogetsteds er fundet andre bergarter end de her foran nævnte, særlig vil jeg fremhæve, at der ikke nogetsteds er fundet sandstene eller skifre, som danner overgang hertil.

De kambriske nivåer er således inden kartbladet i det hele tat utviklet på samme måte, som overalt ellers søndenfjelds, når bortses fra trykmetamorfosen, som i den nordre del av området allerede spiller en betydelig rolle. Naar ikke alunskifer av Bjørlykke er anerkjendt som et nivå inden kartbladet Gausdal, beror dette efter min opfatning derpå, at trykmetamorfosen allerede her har påvirket alunskifrene således, at streken er blit mindre sort eller næsten grå; thi at man underst i det av Bjørlykke som graptolitskifre benævnte skifernivå har et alunskiferækvivalent, anser jeg for temmelig utvilsomt, efter hvad jeg selv i Vigga i Gausdal har observeret.

Silurformationen.

Over alunskiferne møter os inden kartbladet Lillehammer den lavere del av silurformationen: etage 3 og den laveste dal av etage 4, på kartet betegnet med en farve, grønt med blå tynde streker for ortokerkalkdragene. Om siluren gjælder ganske det samme, som foran om de kambriske avdelinger bemærket, at der yderst sjelden er blottet sammenhængende profiler. Nogle sådanne har man dog i den sydlige del i Snertingdalen, således har man i den foran nævnte Rudsbæk, ialfald ortokerkalk og fyllograptusskifer og formentlig også under disse 3 a, endvidere i det forannævnte profil mellem Lunden og Rustaden hele etage 3 fra ialfald 3 a β (om 3 a α også er utviklet har jeg ikke fåt rede på, fossiler er ialfald

ikke fremfundne). Men dette er også alt, hvad man har av nogenlunde sammenhængende profiler, ellers er de forskjellige nivåer likesom de kambriske kun fremfundne her og der på spredte steder.

I den sydlige del av området er etage 3 i det væsentlige utviklet på samme måte som i Kristianiafeltet o: de samme avdelinger møtes, om end bergarterne er lidt ændrede. Således består i profilet ved Lunden 3 a underst av ca. 6 m. mørke, næsten sorte skifre med brun strek, med talrige glimmerskjæl på lagflaterne, og hyppigere tætte mørke lag av henimot 1 decimeters tykkelse av sandstensaktig beskaffenhet med for det blotte øie synlige sorte kvartskorn og enkelte lag av tæt hård krystallinsk mørk kalksten, samt et enkelt antrakonitlag; over disse skiferlag kommer 3 a γ, keratopygekalken, 0.8 m. mæktig, tæt lysblå uren kalksten, bestående av større og mindre kalkknoller adskilte ved tynde skiferlameller, temmelig rik på ganske vel opbevarte fossiler: Keratopyge forficula Sars, Niobe insignis Linrs., Apatokefalus serratus Boeck etc. Fyllograptusskifren er her næsten sort, mørk brunstreket, i sin nedre del litet skifrig; dens mæktighet kunde her ikke bestemmes; i Rudsbækken er den neppe mere end ca. 2.5 mæktig. 3 c synes væsentlig å være repræsenteret ved ortokerkalken 3 c γ, jeg har kun undtagelsesvis set megalaspiskalken og asafusskifren: på Ringsaker er der ved stranden syd for Ringsaker gård underst i den derværende ortokerkalk et lag av lysgrå tæt kalksten, som kan være megalaspiskalken 3 c α og ved Lunden i Snertingdalen står der decideret Asaphusskifer under den egentlige ortokerkalk; likeledes er der mellem den egentlige ortokerkalk og fyllograptusskiferen i Rudsbækken i Snertingdalen en ca. 2,5 m. mæktig følge av skifre med kalkboller med sparsomme fossiler, bl. a. Nilens armadillo Dalm., dette nivå repræsenterer formentlig 3 c α og β. Andetsteds har jeg ikke bemerket disse avdelinger. Sandsynligvis er de i Kristianiatrakten med noget forskjellig habitus optrædende avdelinger av 3 c her nogenlunde ens og går

Etage 3.

derfor sammen i et mæktikt kalklag, som også tilfældet er i Skien—Langesundstrakten. Ortokerkalken er i Ringsaker og Snertingdalen meget uren, skiferrik og kan allerede her næsten mere sies å være lag av småknollet kalk end sammenhængende kalksten. Mæktigheten i Snertingdalen er 6 à 7 m.

Kommer man imidlertid videre nord og vestover er disse forskjellige nivåer av etage 3, ortokerkalken undtagen, kun meget sjelden fremfundne. I bækker ved Røste på Østtorpen. ved Frøisland samt ved Stubberud under Skinnerligrænden i Nordtorpen findes en hård, lidt fyllitisk, sort gråstreket skifer, med hårde, sandige noget svovlkisholdige kalkboller, hvori fossiler tilhørende Euloma-Niobenivået, 3 a, bl. a. Orthis Christianiæ Kjerulf, Apatokefalus serratus Boeck m. fl.; men den i Snertingdalen vel utviklede Keratopygekalk 3 a γ er her ikke fremfunden og findes neppe heller som sådan, thi meget nær ved har man alle tre steder ortokerkalken uten at noget andet kalknivå er fremfundet. Andre ved fossiler kjendelige lavere lag av etage 3 er ikke fundne. Derimot er som foran antydet ortokerkalken funden, og det på særdeles mange steder, i atter og atter gjentagne lag på det myrdækkede og skoglændte platå ovenfor Finni på Vesttorpen, helt op til Frøisland og Skinnerlien på Nordtorpen, og fremdeles i Skartligrænden ved Djupbækken og nede i jorderne nedenfor Nordgard-Skartlien, flere steds på Vesttorpen og også på Nordtorpen, overalt kjendelig, men tydelig mere og mere skiferrik, jo længre nord- og vestover man kommer, således at den tilsist går over til bænker av kalkknollelag, hvor skiferen danner hovedmassen. Et hyppikt fænomen i ortokerkalken er skiferfillernes anordning skråt mot lagflaterne og ortokerernes flattrykning eller skjævtrykning parallelt skifrigheten. Også mæktigheten avtar, således er den ved pladsen Fætten ved Gjera i Nordtorpen neppe mere end et par meter mæktig.

Under ortokerkalken ligger der i Djupbækken i Skartligrænden en del skifre, som formentlig er den lavere del av etage 3, sorte men gråstrekede og med små kalkboller og

desuten med ikke få sandstenslag. Ganske samme slaks skifre ses også på Vesttorpen mellem Sjåheim og Felde, i Lundeelven og formentlig også i bækken mellem Lybæk og Hommelstadsæter vestlikst på Vesttorpen.

Den over ortokerkalken i Kristianiafeltet følgende suite av skifre med kalkboller, Orygiaskiferen, etage 4 a α, der er meget stærkt utviklet, med særdeles velbevarede fossiler på Hedemarken, møter os også på mange steder inden vort område. Den er kun et enkelt sted funden i sammenhæng med det underliggende, nemlig i Stokbækken på Vesttorpen, hvor der over ortokerkalken kommer en grå, tildels stænglig lerskifer med ikke få kalkboller, der imidlertid her er temmelig fattige på fossiler; skiferen har især i sin øvre del talrige sandstenslag, der øverst kommer tæt sammen, så de etsteds danner sammenhængende sandsten av 5—6 m. mæktighet. I skiferen findes dårlig opbevarte graptoliter av de for 4 a α karakteristiske former bl. a. Diplograptus teretiusculus His. Som en eiendommelighet bemærkes, at også i kalkbollerne findes undertiden talrige graptoliter, således at enkelte kalkboller sågodtsom ikke bestod av andet end tæt på hinanden liggende sådanne. I den øvre del av Stokbækken optrær atter lag av etage 4 a α, men her ikke i umiddelbar kontakt med ortokerkalken, der dog står på sætervoldene i nærheten; i kalkbollerne i skiferen her findes talrige og ganske vel bevarte fossiler bl. a. Ogygia dilatata Brünn, Telephus sp., konf. Bohemilla? sp., Bellerofon sp., Ortokeras sp. (meget stor), samt desuten Diplograptus teretiusculus His. Forøvrikt er lag av etage 4 a α påvist flere steder, bestemt ved de i skiferen fremfundne, ialmindelighet dog meget dårlig bevarte graptoliter. Som særlig bemærkelsesværdig må nævnes, at der i skiferen i almindelighet er få kalkboller, men selv i den laveste del temmelig talrige sandstenslag, der undertiden danner mæktige bænke. Det bør kanske også nævnes, at skiferen fra etage 4 a α ofte, hvor den har været stærkt utsat for forvitring, blir hvit utenpå. *Etage 4.*

Hele denne følge av siluriske avdelinger, etage 3 og det nederste av 4 blir imidlertid i den nordligste del av området vanskelige å gjenkjende, da fossilerne her som oftest er utslettede ved trykmetamorfosen, eller ialfald er så slet vedlikeholdte, at man ikke kan bestemme nivåerne ved deres hjælp. Da det imidlertid er nødvendikt for en riktig forståelse av forholdene i de nordenfor og vestenfor liggende dele av det centrale Norge å se hvorledes disse etager er utviklede her, hvor man er på overgangen mellem de normalt utviklede siluriske lag og de stærkt trykmetamorfoserte, skal jeg nedenfor forsøke å gi en fremstilling av lagfølgen omkring Dokfløivandet i kartets nordvestre hjørne, og tilsist sammenstille den med den normale silur og lagfølgen på Gausdalskartet.

I Storbækken, der østfra kommer ned til Dokfløivandet er der nederst alunskifer, der ligger over den på den anden side av vandet f. eks. ved Mandstad sr. stående grønliggrå lerskifer, hvori er fundet Hyolithes sp. eller Torellella. Over alunskiferen kommer ca. 6 à 7 m. mæktig sort, men gråstreket lerskifer; over denne kommer en alt ialt ca. 50 à 60 m. mæktig følge av fyllitiske grå skifre, der desuten er noksa svovlkisrike og viser glimmerpunkter, samt holder enkelte kalklag og boller av tæt lys kalksten, der forvitrer gulbrunt og er noget sandig; specielt må nævnes, at der ca. 20 m. op i denne følge er et kalklag på ca. 0.3 m. mæktighet fyldt av skiferlameller, grå, temmelig hård og like over dette et andet mindre tykt kalklag av samme slaks; skiferens lag er av og til mørkere grå. Over disse skifre kommer et lag av kvartssandsten, med en mæktighet av fra 0.5 til henved 2 m. og med lag av kalkholdige partier indiblandt; over disse kvartssandstene kommer sort hård skifer med mørkegrå mat strek, ikke glindsende som alunskiferens almindeligvis er, og dernæst en ikke litet mæktig følge av tæt, hård grå skifer med talrige kvartskorn, samt med enkelte lag av kvartssandsten med kalkholdige partier; kvartssandstenen får her en mæktighet av op til 7 à 8 m. Jeg vil bemærke, at der er betydelige foldninger, samt forkastninger i bækken.

Her nedenfor sidestilles disse lag med lagfølgen, som den normalt er i Kristiania omegn, og som den er i Stokbækken i Vesttorpen, og endelig som den er i Gausdal, i Vigga.[1] Man får da den på næste side meddelte fremstilling.

Det fremgår herav, at alunskiferen vedvarer hele området over og kan gjenkjendes, om end noget trykmetamorfoseret, helt oppe i Gausdal; at det bedste orienterende led i undersilur, ortokerkalken, forsvinder nordover, tillikemed de andre mindre mæktige kalklag over og under den, således at etage 3 og den nedre del av etage 4 i områdets nordlige del og den tilstøtende del av det nordenfor repræsenteres av en mæktig skiferformation med ganske underordnede kalklag; endvidere at der allerede sydlikst på Vesttorpen langt nede i etage 4 optrær mæktige kvartssandstenslag, der opad med et mellemrum av sort skifer går over i en følge av sandholdige skifre med kvartssandstene, der formentlig svarer til Bjørlykkes såkaldte sandstensskifer i Gausdal.

Det løse dække.[2]

Det løse dække inden kartbladet Lillehammers omraade bestaar af morænedannelser, gruslag afsatte af rindende vand, sand og ler udfældt i sjøer samt af torvmyrer.

Under mine ekskursioner i egnen har jeg særlig havt opmærksomheden rettet paa morænedannelserne. Disse er her meget udbredte, og paa enkelte steder har de en betydelig

[1] Jeg har besøkt denne elv flere gange, dels sammen med Bjørlykke, dels alene, men har ikke kunnet tilegne mig opfatningen av, at man har en ensartet skiferformation hele elven opigjennem; lagene er meget utpressede, og der er også stærke foldninger og forkastninger, som særlig er synlige i den mellemste del af skiferen, hvor endogså lagene på sine steder har strøk langs elven; der kan inden skifrene tydelig skilnes 2 zoner under graptolitnivået, en lavere med mørkgrå skifer med særdeles hyppige hvite forvitringsprodukter (Hakkemætte) og en høiere lysere noget grønlig med kalkboller; disse 2 zoner sees å veksle mindst 2 gange opover i bækken. Jeg har på omstående side opstillet Viggaprofilet, som det efter min opfatning er.

[2] Hr. kandidat Rekstad, der specielt har studeret de glaciale formationer i Gudbrandsdalen har godhedsfuldt overladt mig følgende beskrivelse av det løse dække i Lillehammertrakten, hvorfor jeg avlægger ham min forbindtligste tak. T. Münster.

Kristiania.		Stokbækken Vesttorpen.	Storbækken ved Dokfløivandet med omgivelser.		Vigga i Gausdal.
Trinucleus-, Chasmops-, Ampyx- og Ogygia-afdelingerne, skifre med kalkknoller og kalklag, samt lag av kalksandsten og anden sandsten etc.	etage 4 a—c, 213—247 m.	Kv.sandstenslag 7—8 m.	Grå skifer m. kvartspunkter og talrige lag av kvartssandsten; sort, mørkstreket skfr.; kvartssandstenslag 0.5—2 m.	ca. 30 m.	Sandstensskifer.
Ortokerkalk	etage 3 c. 6.5 à 9 m.	Ortokerkalk.	Skifer med kalklag m. skiferfiller og kalkboller, samt svovlkis og glimmerpunkter.	50 à 60 m.	Graptolitskifer 4 a α.
Asafusskifer					lysegrå skifer med kalkboller og mørkere skiferlag.
Megalaspisskifer		Forkastning.			
Mørkgrå—sort skifer Phyllograptusskifer	10 à 12 m.		sort gråstreket skifer 6 à 7 m.		
Kalklag	etage 3 a γ. 1.5 m.				
Sort skifer	etage 3 a β og α.				
Alunskifer	etage 1 og 2.	Alunskifer 1 c.	Alunskifer		mørk, næsten sort skifer med meget utvitret alun og grafit.
		Olenellusskifer 1 b β.	Olenellusskifer		grønlig grå lerskifer 12 à 15 m.
		Kvartssandsten 1 b α.	Kvartssandsten		grå kvartsit 20 m.
			grøn, styg skifer		grønlig lerskifer 4 m.
			grøn sparagmit med meget sericit.		sparagmitsandsten 12 m.
			skifrikt konglomerat.		grønlig og mørkgrå lerskf. 6 m.
			Kalksparagmit og kalksandsten etc.		kalkskifer.
			Konglomerat, grå sparagmit og skifer.		konglomerat.

mægtighed. Hvor der er indsænkninger i fjeldgrunden, vil man hyppig finde morænemasser ophobede, ja, selv paa steder, hvor den underliggende fjeldgrund har konveks overflade, ligger der undertiden betydelige moræner.

Af blokke af fremmede bergarter, der er iagttagne i morænemasserne, kan særlig fremhæves gabbroblokke i mange forskjellige varieteter samt blokke af graa granit. Gabbroblokkene optræder i stort antal, saaledes var i et grustag ved gaarden Sæter omtrent 3 km. søndenfor Lillehammer ca. 20 pct. af de udsorterede blokke af gabbro. De har ogsaa en almindelig udbredelse, saa der ikke kan være tvil om, at de stammer fra Jotunfjeldenes gabbromasser.

Ved det nordlige af Mjøsen samt opefter Gudbrandsdalen optræder sammen med gabbroen blokke af lysegraa granit, dog i betydelig mindre antal end gabbroblokkene.

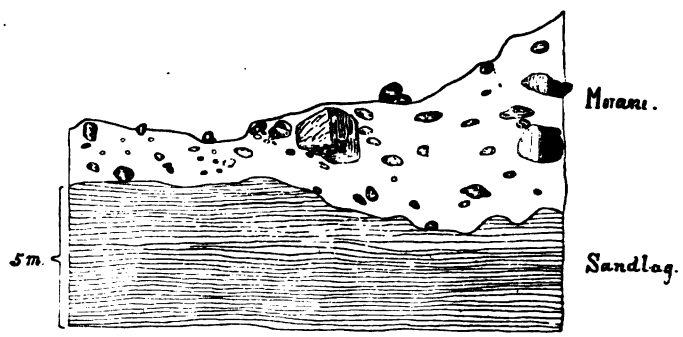
I foden af Hedalsmuen staar en lys granit af samme udseende som bergarten i de løse blokke. Ved Staalan sæter omtrent 9 km. i nordvestlig retning fra Hedalsmuen staar igjen samme slags granit, og Jotunfjeldenes gabbroer gjennemsættes paa mange steder af granitgange, saa de løse blokke af denne bergart rimeligvis har sit udspring fra de nævnte forekomster. Den vei, de isaafald har tilbagelagt, er i god overensstemmelse med den bevægelsesretning, skuringsstriberne angiver.

Ved Lillehammer har man paa østsiden af dalen to terrasseformede moræner. Den laveste af disse, 180—200 m. o. h., strækker sig fra Flugsrud og nordover til Hove i længden omtrent 8 km. Paa den ligger Lillehammer samt flere gaarde, af hvilke kan nævnes Sutestad og Skjellerud. Jernbanelinien skjærer dybt ned i denne moræne fra kort søndenfor Aaretta til Lillehammer, og i disse skjæringer fik man under jernbanens bygning se adskilligt af dens indre. Morænemasserne, der indeholder lidt kalk, var saa haarde og fast sammenkittede, at man under jernbanearbeidet maatte sprænge dem ud med

dynamit, som om det skulde have været fast berg. De bestaar af ler med grus samt en mængde større og mindre stene, der ofte er skurede. Da stenene, indesluttede i det faste ler, har været beskyttede mod luftens erosion, er skuringen paa den ganske frisk, ret som den skulde være fra igaar.

Ned for Sutestad ved Aaretta hviler morænen paa sandlag, som har adskillig udstrækning.

Profil I fra den nordre dalside ved Aaretta viser moræne øverst med laget sand af ca. 5 m. mægtighed under. Det er fin ganske ensartet elvesand. Omtrent 100 m. længere mod nord kunde man i jernbaneskjæringen under morænen se sand-



I. Profil ved Aaretta, omtrent 1 km. S for Lillehammer.

lag af samme beskaffenhed som paa første sted. Her naar de ca. 8 m. høiere op, hvoraf følger at mægtigheden af disse sandlag skulde have været 12—13 m.

Organiske rester kunde ikke findes i sandet. Heller ikke var der paa noget af stederne anledning til at faa se, hvad der ligger under sandlagene. Da det vilde være af stor interesse at faa rede herpaa, var det ønskeligt, at boring kunde foretages her.

Denne moræneterrasse dækkes flere steder af laget grus. Selve morænen har adskillige ujevnheder paa overfladen, og en del af disse skyldes antagelig postglacial erosion. Ovenpaa morænen kommer sand- og gruslag, som i det væsentlige fylder dens indsænkninger. Disse sand- og gruslag er afsatte

af rindende vand antagelig under den høie stand, Mjøsen havde lige efter istiden. Af terrasserne i Faaberg ved Mjøsen og Laagen kan man se, at dens overflade har staaet ca. 180 m. over det nuværende havspeil eller omtrent 60 m. høiere, end den nu staar. Der, hvor Lillehammer jernbanestation ligger, var der betydelige masser af laget grus over morænen. Dette grus indeholdt en mængde store blokke, som dels var afrundede, og da ofte skurede, dels kantede, og da ikke sjelden af flere kubikmeters størrelse. Alle de kantede og en flerhed af de afrundede blokke bestod af sparagmit. som vi har den her i egnen.

Enkelte af blokkene hvilede paa den underliggende moræne, men flerheden af dem var ganske omsluttede af det lagede grus.

Paa nordsiden af Mesna gaar morænen høiere. Profil II er fra jernbaneskjæringen der. Øverst ligger her sandlag 1.5 m. mægtige, derunder grovt grus af 0.5 m. mægtighed og derunder igjen moræne, som naar ned paa berget, hvilket kan sees i styrtningen ud mod Mesna.



II. Profil ved jernbanelinien paa N-siden af Mesna.

Langs Laagens østside fra Korja til Sundgaarden ligger der en vældig grusbanke af form som en hvælvet aflang skaal med flad bund. I østsiden af denne banke ud mod Hovemyren havde jernbanen sit grustag. Nedenstaaende billede viser profilet her.

Nederst har man fint grus med horizontal lagning, over dette kommer grovt grus uden tydelig lagning, og øverst ligger skraa gruslag med fald i nordøstlig retning.

Over det meste af denne banke har man laget grus tildels opblandet med ler. Enkelte steder optræder der runde næsten kegleformige hauge, ofte af betydelig størrelse, med traktformede fordybninger indimellem. Dette er dannelser, som er karakteristiske for moræner og særlig for endemoræner.

Af haugene stikker her og der store afrundede blokke frem. Der kan saaledes ikke være tvil om, at gruset i denne banke er ført frem af en bræ; men Mjøsen har staaet saa høit, at det meste af morænen er bleven afsat i vand. Da bræen var smeltet bort, vedblev endnu vandet i længere tid at staa over grusmasserne.

Morænens beliggenhed lægger klart for dagen, at den er afsat af en bræ, som kom ned fra Gausdal. Paa dette tidspunkt naaede altsaa ikke bræen i Gudbrandsdalen saa langt



III. Fra jernbanens grustag ved Hovemyren.

mod syd, men stansede antagelig da ved den betydelige moræne, vi har i Øier kort nordenfor omraadet af dette kartblad.

Paa østsiden af morænebanken ligger Hovemyren, hvorover jernbanelinien gaar. Langs denne blev der gravet dybe grøfter som skar igjennem myren ned i lag af fint ler uden sten. Dette ler maa være udfældt i en sjø. Efter høideforholdene at dømme har Mjøsen under sin høie stand sendt en arm langs østsiden af morænebanken, og i den er da lerlagene

afsatte, sandsynligvis for en del allerede samtidig med at morænen afsattes.

Torvlaget i Hovemyren har en mægtighed af omkring 1 m. Øverst i det sees furustubber og fururødder, derunder kommer et lag dannet, saavidt det kunde sees, udelukkende af mos, hovedsagelig sphagnum, og under dette igjen, nederst i myren, har vi et torvlag med bjerkestubber og bjerkerødder. Umiddelbart under torvmyren ligger der et tyndt lag af fin sand blandet med ler, og under dette har vi de ovenfor nævnte lerlag. Hverken plante- eller dyrerester kunde findes i disse.

Langs vestsiden af dalen er der ogsaa en del moræner, men dog af mindre mægtighed. Den fremspringende odde, hvorpaa Vingnes ligger, bestaar af morænegrus, som for det meste er omlagret af elven.

Dybden mellem Lillehammer og Vingnes er omtrent 4 m., men lige søndenfor Vingnes stiger den med et fra 4—40 m. Bunden helder sterkt her, og udenfor blir der atter ganske fladt. Antagelig har vi paa dette sted en endemoræne, som da maa være afsat samtidig med morænemasserne søndenfor Lillehammer ved Aaretta.

Den øvre terrasseformede moræne ved Lillehammer strækker sig fra Mesna nordover til henimod Balbergkampen i en høide af 250—300 m. o. h. Den bestaar, saavidt det kan sees, udelukkende af morænegrus.

Langs Gausa er der fra Flokli og nedover til Laagen betydelige afleiringer af elvegrus, særlig kan fladerne ved Jørstadmoen fremhæves. Gruset her maa hovedsagelig være kommet fra de morænemasser, man har i Gausdal fra Toft opefter Follebu og opover til Kolbu i Østre Gausdal.

Fra det øverste af Saksumdalen og nordefter Augedalen er der en del morænehauge nede i dalbunden, men mest udpræget er morænevolden ved Nykirke i den nordlige kant af kartbladet. Den gaar tversover Augedalen der, hvor denne støder sammen med Vestre Gausdal.

Efter maaling med aneroid ligger vandskillet mellem Augedalen og Saksumdalen 23 m. lavere end øverste rand af af de stupbratte mæler i moræneleret ned for Brudal i passet mellem Østre og Vestre Gausdal. Mindst i høide med disse lermæler har passet her ved slutningen af istiden været fyldt af morænemasser. Elven fra Vestre Gausdal kan følgelig da ikke have gaaet den vei, den nu følger, men har flydt nedefter Saksumdalen og ud i Mjøsen. En grund sjø stod da opdæmmet fra vandskillet i Augedalen og et stykke opigjennem Vestre Gausdal. Som vidnesbyrd herom er morænemasserne i adskillig udstrækning dækkede af gruslag, der ofte har noget ler. Det er særlig tilfældet i det nordlige af Augedalen.

Ved Biri teglværk har man øverst sandlag 1—2 m. mægtige, der under lerlag[1] med lamelleartede lag af fin sand indimellem. Skjæl kunde ikke findes i dette ler.



IV. Profil fra en jernbaneskjæring ved Tørmoen.

Vestenfor veien her stikker moræne frem i dagen. Ligeledes har man betydelige morænemasser langs Mjøsens vestside fra Mæhlum og nordover til Rindas udløb.

Paa den anden side af Mjøsen saaes i en jernbaneskjæring ved Tørmoen i Brøttum øverst horizontale sandlag, derunder grus med større og mindre skurede stene og derunder igjen skraatliggende sandlag til ned paa berget.

Til ovenstående av kand. Rekstad forfattede beskrivelse av det løse dække skal jeg tilføie, at Vismundelven næsten så langt bebyggelsen går opover langs dalen, går i en på sine steder dypt uteroderet rende i morænemasser, der av og til er stærkt lerholdige.

Også Dokka og dens tilløp går for en stor del gjennem lignende morænemasser, der også indtar store strækninger av

[1] I leren her har jeg søkt efter fossile levninger ved slemning og siktning, men med negativt resultat. (T. M.)

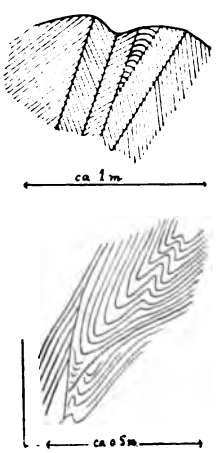
fjeldplatået på begge sider av Mjøsen og omkring Dokkadalføret. På sine steder er fjeldplatåets bedækning meget finkornig og med meget få større stene i.

Terrassedannelser har jeg i Dokkadalføret kun set et sted, nemlig på Nordtorpen omkring det underste av Livaselven ved dennes sammenløp med Synna, der formentlig tidligere har været opdæmmet ved Aamot.

Ved forskjellige anledninger er i det foregående henpeket på foldningerne og forkastningerne samt trykmetamorfosen. Disse fænomener spiller inden området en stor rolle, således at man neppe kan gå op et profil eller følge en grænse, uten at man blir opmerksom på dem.

Foldninger og forkastninger.

Hvad foldningerne angår, henvises til de vedheftede profiler. Som det af disse ses, hvorledes foldningerne optrær i det store med hele lagfølger på hundreder av meter bøiede og pressede, således viser hosstående tegninger, hvorledes de optrær mere i det små, i de bløtere bergarter som småfolder indtil fin krusning.



Småfolder i Birikalk, Ringsaker.

Som almindelikt træk i foldningerne kan sies, at de tiltar i intensitet og hyppighet nordvestover; det er således i Ringsakertrakten hyppig å se inversioner, f. eks. den længst bekjendte langs grænsen mot kvartssandstenen og det inverterte konglomerat syd for Havik (se profilet), men her er det dog en betydelig forskjel på faldets størrelse i de to arme av folden. I Dokkadalen derimot har

man folderne meget skarpere og ofte helt overbøiede, liggende med faldet næsten ens i begge foldens arme således at man, hvis man ikke netop blir opmærksom på selve foldens top, må tro man går over en uavbrudt følge av lag, der ligger regelmæssig over hinanden (se profilet fra Blæstern sr. til Skjervungsfjeldet). Disse folder, som lettelig undgår opmærksomheden, spiller gjennemgående en betydelig rolle også længre vestover og vanskeliggjør utredningen av forholdene her i høi grad.

Foldningsaksernes retning er i almindelighet i den sydlige del av området omtrent Ø—V, på østsiden af Mjøsen nærmest SSV—NNO, med heldning til NNO; på vestsiden av Mjøsen derimot med decideret og, nærmest Mjøsen, stærk heldning omtrent mot V. I den centrale del er foldningsaksernes retning derimot omkring SO—NV, med dreining i den nordlige del til S—N, hvilket også antydes ved Vismunddalens og Saksum—Augedalens hovedretninger. Ved kartets vestre rand derimot, omkring Skjervungsfjeldet og sydover derfra viser der sig imidlertid et andet foldningssystem, koncentrisk om det nordvest herfor liggende område av yngre sparagmit; foldningsakserne går her omtrent NNO—SSV, med heldning mot NNO, dreining syd- og vestover til omtrent ONO—VSV, som de omtrent er i den inden kartet faldende del af Nordtorpen og likeledes længre vestover S. f. Synfjeldet.

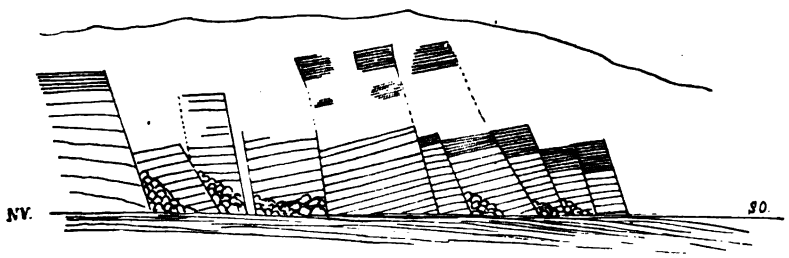
Sammen med foldningerne optræder også foldningsforkastninger; sådanne er set bl. a. i Profilerne i Rudsbækken og ved Lunden i Snertingdalen m. fl. st. og ses likeledes i Dokkadalføret V. f. Kittilsbu sr.

Almindelige forkastninger ses også meget hyppig. Små forkastninger ses overalt, med såvel vertikale som næsten horizontale forkastningsplaner; foruten sådanne, der ledsaker foldningerne, således som i de foran avtegnede folder fra Birikalken på Ringsaker, ses talrige forkastninger i ortokerkalken på Torpen. Man har her også en mængde forkastninger, der går

helt ned i kvartssandstenen, som nedenstående profil fra Dokkabroen ved Korsvold viser.

Et par større forkastninger må særskilt nævnes. Den ene er en stor forkastning langs Mjøsen, der kan følges fra kartets sydrand og nordover, jeg vet ikke hvorlangt; den viser sig tydelikst i linien Gullor, Melby, N. f. Moelven station; omstående skematiske tegning viser forholdet.

Man har her på vestsiden lavest nede ældre sparagmit, hvorover birikalken og i høiden fra Gullor og vestover yngre sparagmit; på østsiden derimot er man nede ved Mjøsen allerede et stykke oppe i den yngre sparagmit; forkastningens størrelse er snarere over end under 300 m. Den synes være ledsaget av en hævning langs brudlinien, idet foldningsakserne østenfor nærmest falder mot ONO omtrent, men vestenfor mot V.



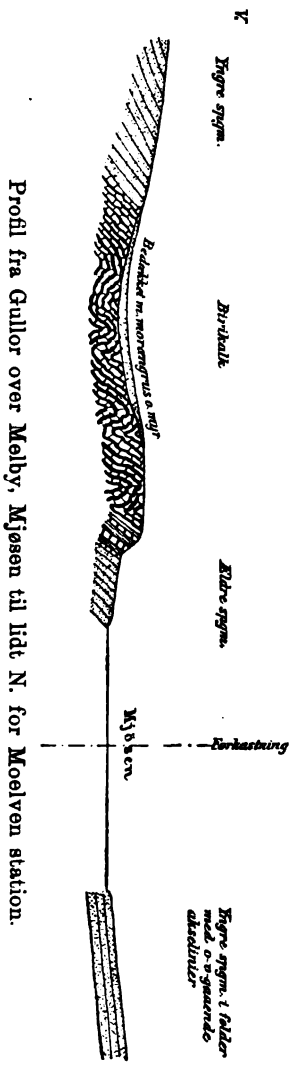
Profil ved Dokkabroen ved Korsvold i Torpen, ca. 50 m. Underst kvartssandsten, øverst Olenellusskifer.

Den anden er en ca. O—V gående forkastning syd for Skulhus, på grænsen mellem kvartssandstenen og sparagmitformationen; den fremgår tydelig av kartet og profilet her.

Et andet resultat av de samme kræfter, som har fremkaldt foldningerne, er den så overordentlig hyppig optrædende vildledende skifrighet, der også er mest iøinefaldende i kartets vestlige og nordlige del, hvor jeg i mine dagbøker på næsten hvert eneste sted har notatet „skifrighet og lagning discordante", „skifrighet forskjellig fra lagning".

Trykmetamorfosen.

Trykmetamorfosens virkning kan spores i det små, idet bergarterne under mikroskopet viser sig mere eller mindre stærkt pressede og mineralerne delvis forvandlede. Den er stærkere, jo længre nordvestover man kommer; mens således bergarter fra Ringsakertrakten, hvorfra flere yngre sparagmiter samt Birikalk er undersøkt mikroskopisk, overalt viser hele kvartskorn, der dog hyppig har undulerende utslukning, og således viser begyndende presningsfænomener[1], viser en prøve av yngre sparagmit fra Ny sr. ved Herfjeldet meget stærkere presning med linsestruktur og detritusmasse, skjønt stykkerne endnu ligger „in situ"; endnu stærkere viser presningen sig i en prøve av kvartsitisk sandsten fra Kvanlien sr. i Nordtorpen, hvori kornene delvis er stærkt oppressede.



Profil fra Gullor over Melby, Mjøsen til lidt N. for Moelven station.

I det større ses den i fossilernes opbevaring, der foran er omtalt flere-steds, og hvortil kun skal føies som et illustrerende eksempel, at en ganske liten ortoker med skjæv sifo, der fandtes i graptolitskifer i Valåen, en liten bæk, der falder i Roppa like nordfor kartgrænsen i Vestre Gausdal, kun for et par kamres vedkommende, hvor forsteningsmaterialet var svovlkis, var kjendelig som en ortoker, mens resten viste et meget uregelmæssig langstrakt

[1] Det bemærkes forøvrikt, at Birikalken, der selvfølgelig har været mindre motstandsdyktig end sparagmiterne, viser stærkere mærker efter presning, end disse sidste.

flatt hulrum med et par tværtovergående kvartsstriper, som ingen vilde kunne anta, var en ortoker, når man ikke hadde hat de svovlkisfyldte kamre i den ene ende av det.

En meget fremtrædende virkning av trykmetamorfosen er også lerskifrenes forandring til fylliter. Også denne virkning av trykmetamorfosen er stærkere, jo længre vest- og nordover man kommer. I Ringsakertrakten kan det neppe sies, at lerskifrene har fyllitisk utseende, men allerede i Østtorpen er de siluriske skifre, om end svakt, så dog på sine steder tydelikt fyllitiske. I Vest- og Nordtorpen derimot, og end mere opover ved Dokfløivandet er de overalt forandrede til utprægede fylliter.

Nyttige bergarter.

Nyttige bergarter findes der ikke meget av inden området.

Ertser findes ikke; der har selvfølgelig flere steds været skjerpet, på de vanvittigste steder, på svovlkis i alunskifer, i Olenellusskifer etc.; men der er intetsteds fundet ertsanvisninger og sandsynligheten for å finde sådanne er efter min erfaring liten eller ingen. I gamle dage har der derimot i sæterregionen været fremstillet jern av myrmalm, hvorom de ofte fundne slaghauge bærer vidnesbyrd, f. eks. ved Kittelsbu sæter, øst for Synfjeldet etc.

Kalkstenen har befolkningen på sine steder nyttiggjort sig, kanske særlig i ældre tider. De benyttede kalkstene er særlig ortokerkalken, alunskiferens kalkboller og lag, samt Birikalken. Den første, der av befolkningen mangesteds kaldes „jutulstein" eller bare „jutul", er på mange steder benyttet til bygningssten, hvortil den ofte er vel skikket, da den kan brytes i regelmæssige parallelopipediske stykker, der anvendes til grundmure, dørheller, peisheller osv. Alunskiferens kalkboller har været anvendt og anvendes kanske tildels endnu til brænding av kalk, „lim" eller „limmjøl" som det kaldes av befolkningen, hvorefter denne kalksten fører navnet „limstein". Gamle kalkovne finder man således overalt, hvor alunskiferen er underlaget. Også forskjellige lag av Birikal-

kens kalkstene er anvendt til kalkbrænding; på en mæktig, nokså ren kalksten, der tilhører dette nivå, drives Svensrudliens kalkbrænderi, lidt nedenfor Forsetsætrene i Vestre Gausdal.

Skiferbrud har været forsøkt på flere steder inden området, såvel på sparagmitformationens skifre, som på Olenellusavdelingens og på silurformationens fylliter, men det synes, som skiferen intetsteds har vist sig riktig skikket til dette bruk, de fleste steder er den for bløt og neppe tilstrækkelig finskifrig. Man har dog på enkelte steder benyttet den, f. eks. til Aamots kirke og husene på Aamot i Nordtorpen, der er tækket med skifer, der er brutt på Aamots grund, likesom man av og til ser huse på sætrene tækket med skifer, der er brutt i nærheten.

Teglværk findes ved Biri, hvor der en tid har været drevet nokså storartet; for en del år siden var teglværket nedlakt. hvorvidt det senere er gjenoptat, er mig ikke bekjendt; det dreves på lerlag, der dækkedes av 1 à 2 m. mæktig sand. Også længre nord på den anden side av Mjøsen i nærheten av Bekodden skal der være et teglværk, ifølge Krohns optegnelser.

Morænemasserne er av og til stærkt lerholdige; dette ler benyttes på sine steder av beboerne.

Torvmyrer har jeg på mine reiser ikke kunnet ofre synderlig opmærksomhet. At der findes saadanne er utvilsomt, men der er ikke drift på sådanne nogetsteds, hvor jeg har faret. Men at det her, som andetsteds i sæterregionen, vilde kunne lønne sig å anstille undersøkelser efter sådanne, skulde jeg anse for meget sandsynlig.

Resumé.

Diese Abhandlung enthält eine Beschreibung des geologischen Kartenblattes „Lillehammer“ (zwischen 60° 54′ und 61° 12′ nördl. Breite und zwischen ca. 0° 2′ und 0° 48′ westl. Länge von Kristiania Observatorium).

Zuerst kommt eine geographische Beschreibung (S. 3—8) mit Angaben über die Eintheilung in Kirchspielen, über Höhenverhältnisse, Thäler, Flüsse, Seen und die Distribution der Bevölkerung.

Dann folgt die geologische Beschreibung, von welcher der Abschnitt über die losen Ablagerungen der Umgegend von Lillehammer (S. 33—40) von Herrn Rekstad verfasst ist.

Innerhalb des Gebietes kommen keine eruptiven Gebirgsarten vor. Es giebt nur sedimentäre Strata, dem cambrischen und dem silurischen System gehörig. Die grösste Verbreitung haben die ältesten sedimentären Strata, Etage 1 a, die Sparagmitformation Kjerulf's, die in drei Abtheilungen zerfallen:

Jüngerer Sparagmit
Birikalk
Alterer Sparagmit.

Eine nähere Beschreibung dieser drei Formationen wird S. 9—19 gegeben:

Der ältere Sparagmit besteht hauptsächlich von grauen feldspathführenden Sandsteinen (Sparagmiten) mit grauen, z. Th. beinahe schwarzen Thonschiefern abwechselnd, im oberen Theile

auch von rothen und grauen Thonschiefern mit röthlichen oder hell grauvioletten Kalksteinen und wird nach oben von einem mächtigen polygenen Konglomerate abgeschlossen. Der Platz des Konglomerates, das ein für die Orientirung der Formationen in der hiesigen Gegend sehr wichtiges Glied ist, wird näher erörtert, und darunter die Auffassung Dr. Törnebohms, dass das Konglomerat jünger als der Birikalk sei, widergelegt.

Der Birikalk besteht von dunklen, grauen bis schwarzen Kalksteinen, häufig als kalkhaltiger Schiefer entwickelt, und häufig auch Kalksandstein und Konglomerat mit Kalksandstein als Grundmasse umschliessend.

Der jüngere Sparagmit besteht wieder von verschiedenen feldspathführenden Sandsteinen, die besonders dadurch als ein selbständiges Formationsglied charakterisirt werden, dass der Birikalk mit seinen Kalksteinen eine sowohl vom ober- als vom unterliegenden verschiedene Bildungsweise angiebt.

Etage 1 b, die nach der älteren Auffassung von Quarzsandsteinen mit Thonschiefer abwechselnd (darunter auch in unbekanntem Niveau die Olenellus-Schiefer) bestand, wird in zwei Theile getheilt:

1 b, α. Die Quarzsandsteinformation, die ganz überwiegend von beinahe feldspathfreien Sandsteinen gebildet wird und

1 b, β. Die Olenellusformation, wesentlich von grünen bis grünlich-grauen, selten schwarzen Thonschiefern bestehend.

Etage 1 c und Etage 2 umfassen Alaunschiefer mit dunklem Kalke in Linsen und Schichten, die Primordialfossilien führen.

Etage 3 u. 4 umfassen den Untersilur und bestehen aus verschiedenen Thonschiefern und Kalksteinen, wovon besonders der Orthoceren-Kalk eine leicht kennbare Schicht bildet. Im oberen Theile treten mächtige Sandsteinbänke auf.

Ein Verzeichniss der bisher gefundenen und bestimmten Fossilien, der verschiedenen Fundorte derselben und der verschiedenen Formationsglieder wird gegeben.

S. 34 hat man eine tabellarische Vergleichung der Schichtenreihe im Kristianiagebiet mit derjenigen des westlichen und nordwestlichen Theiles von diesem Kartenblatt und mit der Schichtenreihe im anstossenden Gebiete von Gausdal, wodurch der Parallelismus der Formationsreihen angezeigt wird.

Die losen Ablagerungen werden S. 33—41 besprochen. Sie bestehen hauptsächlich aus Moränenbildungen (auf der Karte weiss) und die Ströme entlang aus geschichtetem Sand und Kies (auf der Karte orangengelb).

S. 41—45 werden die geotechtonischen Verhältnisse behandelt. Faltungen und Verwerfungen sowohl in kleinerem als in grösserem Maassstabe sind sehr häufig. Sie werden durch die Profiltafeln und durch die Zeichnungen in dem Text illustrirt.

Wirkungen des Stauungsmetamorphismus lassen sich sowohl mikroskopisch als makroskopisch nachweisen; sie nehmen nach Westen und Norden zu, wo z. B. der Thonschiefer gewöhnlich in Phyllite verändert ist. Die nützbaren Gesteine werden S. 45—16 erwähnt. Es giebt keine Erze in der Gegend. Verschiedene Kalksteine werden als Bausteine und in Kalkbrennereien verwendet. An verschiedenen Stellen hat man den Thonschiefer als Dachschiefer zu benutzen versucht; das Gestein scheint doch nicht recht dazu geeignet. Zwei Ziegeleien (Biri und Bekodden) sind im Betrieb. Die Torfmoore werden fast gar nicht benutzt.

Forklaring til plancherne.

Pl. I.

Fig. I—IV gir 4 parallele profiler i omtrentlig misvisende nord-sydlig retning, med en indbyrdes avstand av ca. 2.3—2.4 kilometer, målestok for længde og høide 1:50000. I, det østligste går fra lidt øst for Svinesundodden i Narensjø til lidt øst for Ringsaker kirke. IV, det vestlikste går fra inderst i bukten øst for Roterud ved Mjøsen i Biri, over Vismundelven mellem kirken og Næperud, over Smedstad til kartranden.

Fig. V gir profil fra Augedalen noget syd for Nykirke i Vestre Gausdal i vestsydvestlig retning over Herfjeldet, Varskei, Bentsr. til Middagskollen; målestok 1:10000.

Fig. VI gir i målestokken 1:50000 profil i sydsydvestlig retning over Herfjeldet, Ny sr. til Rorshaugene.

Fig. VII omtrent parallelt med fig. V, fra Hindalsjøen over Skjelbreifjeldene; målestok 1:50000.

Pl. II.

Fig. I. Profil i sydvestlig retning fra Haugene i Vismunddalen over Kveke sr., Granumgrænden, langs Rudsbækken til Tomter i Snertingdalen; maalestok 1:50000.

Fig. II. Profil fra Vismundelven i omtrentlig sydvestlig retning til Skartlien i Dokkadalen, derfra i sydlig retning over Sollien og Frøisland til Dokkaelven; maalestok 1:50000.

Fig. III. Fra flaterne ved det øverste av Vismundelven over Slåtbakken og Saltstut-sætre over Dokka og op til Nedre Odd sr.; målestok 1:50000.

Fig. IV og V. To parallele profiler over Dokkadalen i kartets nordvestre hjørne, fra NV til SO visende folderne i kvartssandsten og Olenellusskiferen; 1:50000.

Fig. I

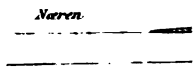


Fig. II

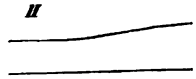


Fig. III

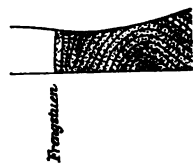


Fig. IV

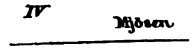
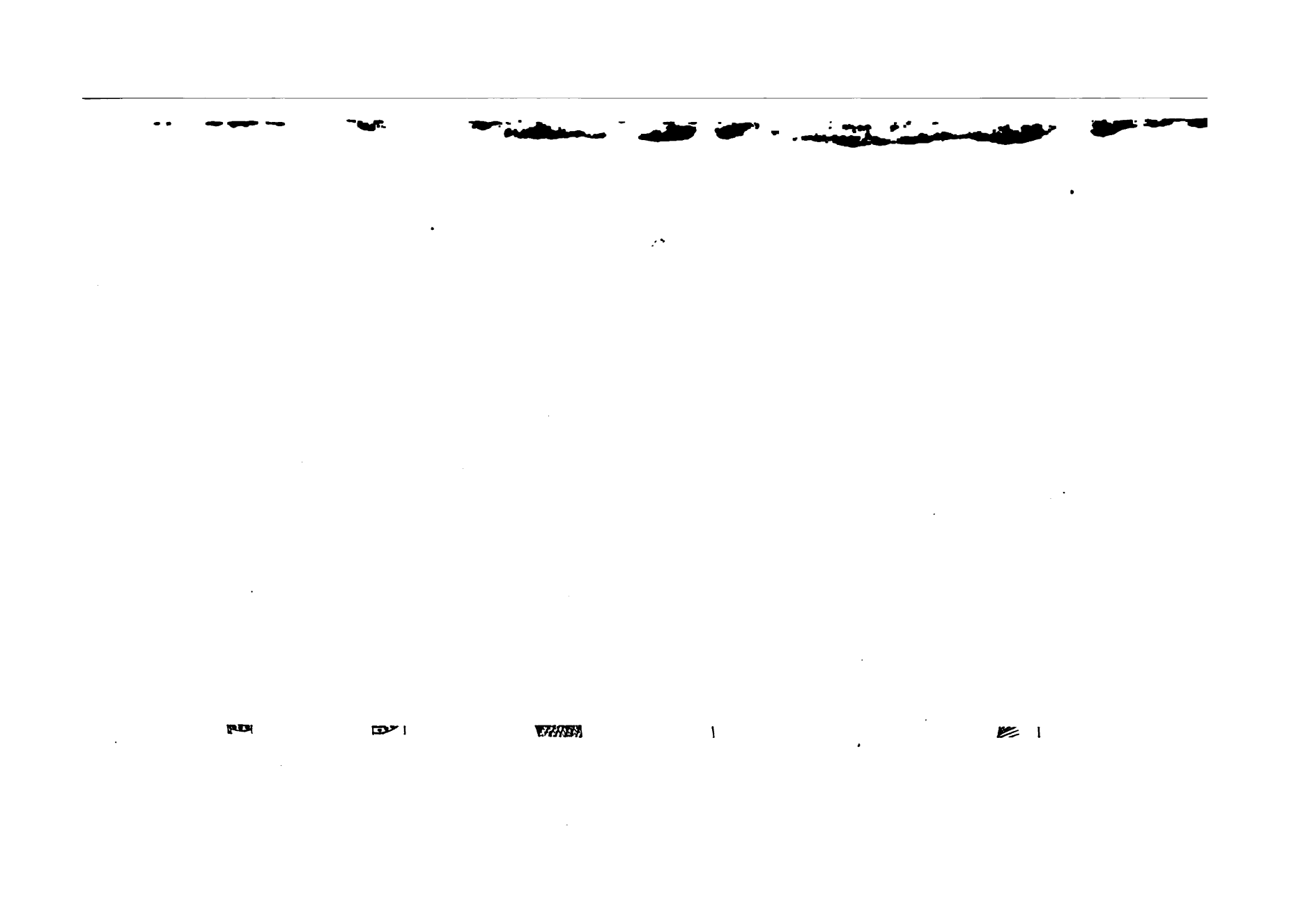


Fig. V.







STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

554.81 .N892 C.1
Stanford University Libraries
3 6105 031 148 435

BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY

554.81
N892
no. 25-30
1898-1901

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.